

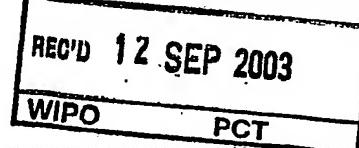
10/522 669

Rec'd PTO 28 JAN 2005

PCT/JP03/09612

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

29.07.03



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 3月14日

出願番号
Application Number: 特願2003-070338

[ST. 10/C]: [JP2003-070338]

出願人
Applicant(s): 日本精工株式会社

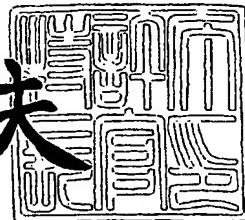
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 8月29日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 P044214
【提出日】 平成15年 3月14日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 F16C 19/00
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5番 50号 日本精工株式会社内
【氏名】 松山 直樹
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5番 50号 日本精工株式会社内
【氏名】 安積 三郎
【特許出願人】
【識別番号】 000004204
【氏名又は名称】 日本精工株式会社
【代理人】
【識別番号】 100105647
【弁理士】
【氏名又は名称】 小栗 昌平
【電話番号】 03-5561-3990
【選任した代理人】
【識別番号】 100105474
【弁理士】
【氏名又は名称】 本多 弘徳
【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100108589

【弁理士】

【氏名又は名称】 市川 利光

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100115107

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 猛

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100090343

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗宇 百合子

【電話番号】 03-5561-3990

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 092740

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0002910

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 転がり軸受及び工作機械用主軸装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 グリース潤滑されている転がり軸受であって、外輪に補給孔が設けられ、該補給孔を介して一回の補給量が0.004cc～0.1ccとなるようにグリースが補給されることを特徴とする転がり軸受。

【請求項 2】 転動体が円筒ころである請求項 1 に記載の転がり軸受。

【請求項 3】 接触角を有し、転動体が玉であって、前記外輪の内径面の、外輪軌道の接触部からはずれた箇所に前記補給孔が開口している請求項 1 に記載の転がり軸受。

【請求項 4】 工作機械の主軸及び高速モータを支持するのに用いられる請求項 1～3 のいずれかに記載の転がり軸受。

【請求項 5】 前記補給孔の直径が、0.1～5mmの範囲内である請求項 1～4 のいずれかに記載の転がり軸受。

【請求項 6】 d_{mN} が 100 万以上となる環境で使用される請求項 1～5 のいずれかに記載の転がり軸受。

【請求項 7】 グリース潤滑されている転がり軸受であって、内周面に外輪軌道を有する外輪と、外周面に内輪軌道を有する内輪と、前記外輪軌道と前記内輪軌道との間に転動自在に設けられた転動体とを有し、

前記転がり軸受内に追加グリースを補給するグリース補給要素を有し、前記追加グリースの一回の補給量は、0.004cc～0.1ccとなるように補給されることを特徴とする転がり軸受。

【請求項 8】 前記グリース補給要素は、前記外輪に設けられた補給孔である請求項 7 記載の転がり軸受。

【請求項 9】 前記補給孔は、径方向に設けられている請求項 8 記載の転がり軸受。

【請求項 10】 前記補給孔は、軸方向に設けられている請求項 8 記載の転がり軸受。

【請求項 11】 さらに外輪間座を有し、

前記グリース補給要素は、前記外輪間座に設けられた補給孔である請求項 7 記載の転がり軸受。

【請求項 12】 前記転動体が円筒ころである請求項 7～11 の何れか記載の転がり軸受。

【請求項 13】 接触角を有し、前記転動体が玉であって、前記外輪の内径面の外輪軌道の接触部からはずれた箇所に前記補給孔が開口している請求項 7～11 の何れか記載の転がり軸受。

【請求項 14】 工作機械の主軸及び高速モータを支持するのに用いられる請求項 7～13 の何れか記載の転がり軸受。

【請求項 15】 前記補給孔の直径が、0.1～5 mm の範囲内である請求項 7～14 の何れか記載の転がり軸受。

【請求項 16】 $d \text{mN}$ が 100 万以上となる環境で使用される請求項 7～15 の何れか記載の転がり軸受。

【請求項 17】 主軸を支持する転がり軸受がハウジング内に装着された工作機械用主軸装置であって、

前記転がり軸受は、グリース潤滑され、

前記転がり軸受は、内周面に外輪軌道を有する外輪と、外周面に内輪軌道を有する内輪と、前記外輪軌道と前記内輪軌道との間に転動自在に設けられた転動体とを有し、

前記転がり軸受内に追加グリースを補給するグリース補給要素を有し、

前記追加グリースの一回の補給量は、0.004 cc～0.1 cc となるように補給されることを特徴とする工作機械用主軸装置。

【請求項 18】 前記グリース補給要素は、前記外輪に設けられた補給孔である請求項 17 記載の工作機械用主軸装置。

【請求項 19】 前記外輪の補給孔は、径方向に設けられている請求項 18 記載の工作機械用主軸装置。

【請求項 20】 前記外輪の補給孔は、軸方向に設けられている請求項 18 記載の工作機械用主軸装置。

【請求項 21】 さらに外輪間座を有し、

前記グリース補給要素は、外輪間座に設けられた補給孔である請求項17記載の工作機械用主軸装置。

【請求項22】 前記グリース補給要素は、ハウジングに設けられた補給孔である請求項17記載の工作機械用主軸装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高速回転する工作機械の主軸及び高速モータ等に用いられる転がり軸受およびそれを用いた工作機械用主軸装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

工作機械主軸用の軸受には、工作精度向上のため、振動、音響等の特性が良好であることが求められる。また、工作機械主軸用の軸受には、取り扱いやすく環境面やコスト面で有利な、グリース潤滑を採用し、かつ、高速回転性、高寿命を達成することが求められている。

【0003】

工作機械主軸に用いられるグリース潤滑の転がり軸受は、発熱しないように、初期に封入したグリースのみで潤滑されるのが普通である。グリースを封入した初期段階で、グリースの慣らし運転を行わずに高速回転させると、グリースの噛み込みや攪拌抵抗により異常発熱を起こすため、数時間かけて慣らし運転を行ってグリースを最適な状態にしている。

【0004】

近年、工作機械主軸の高速化が益々進み、主軸を支持する軸受は $d \text{ mN} (= (\text{軸受内径} + \text{軸受外径}) \div 2 \times \text{回転速度 (r p m)}) 100\text{万以上}$ という環境で使用されることが珍しくなくなっている。オイルエアやオイルミスト等の油潤滑のものと比較すると、グリース潤滑の転がり軸受は高速回転における寿命が短い傾向がある。グリース潤滑の場合、軸受の転がり疲れ寿命よりも前に、グリース劣化により軸受が焼付いてしまう。回転数が著しく高い場合、短時間でグリースが劣化または油膜形成不足により、早期に焼付が発生する。

【0005】

出願人は、この問題を解決するために特願2002-200172において、グリース潤滑されている転がり軸受であって、外輪に補給孔が設けられ、該補給孔を介して、一回の補給量が軸受空間容積の0.1～4%となるようにグリースが補給される転がり軸受を提案している。この転がり軸受によれば、回転している軸受の異常昇温が抑制され、焼付の発生を防ぐことが可能である。したがって、特願2002-200172に記載の転がり軸受によれば、異常昇温を回避し、慣らし運転を実施しなくてもよい。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特願2002-200172に記載の転がり軸受では、一回の補給量が軸受空間容積の0.1～4%となるようにグリースが補給を行うことにより異常昇温は発生しないように構成することができるが、グリースの一回の補給量が多い場合には、温度の脈動が生じてしまう可能性がある。

【0007】

この温度の脈動について評価するために評価試験を行ったところ、内径6.5mのアンギュラ玉軸受において、一回の補給時に軸受空間容積の1%以上（軸受空間容積の1%は、0.15ccに相当）のグリースを補給すると、補給した瞬間に1°C～2°C程度の温度の脈動が生じることがわかった。

【0008】

この温度の脈動は、精度を要求されない通常の使用時には問題とはならないが、金型用途向けの工作機械等、精度が厳しく要求される装置の主軸に用いられる転がり軸受においては、この温度の脈動により軸の長さが変化してしまい、加工精度に影響を及ぼしてしまう恐れがある。

【0009】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、グリース供給時に温度の脈動が生じない転がり軸受、およびそれを用いた工作機械用主軸装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明の目的は、下記構成により達成される。

- (1) グリース潤滑されている転がり軸受であって、外輪に補給孔が設けられ、該補給孔を介して、一回の補給量が 0.004 c.c. ～ 0.1 c.c. となるようにグリースが補給されることを特徴とする転がり軸受。
- (2) 転動体が円筒ころである(1)記載の転がり軸受。
- (3) 接触角を有し、転動体が玉であって、前記外輪の内径面の、外輪軌道の接触部からはずれた箇所に前記補給孔が開口している(1)記載の転がり軸受。
- (4) 工作機械の主軸及び高速モータを支持するのに用いられる(1)～(3)の何れか記載の転がり軸受。
- (5) 前記補給孔の直径が、 $0.1\sim 5\text{ mm}$ の範囲内である(1)～(4)の何れか記載の転がり軸受。
- (6) $d\text{ m.N}$ が100万以上となる環境で使用される(1)～(5)の何れか記載の転がり軸受。
- (7) グリース潤滑されている転がり軸受であって、内周面に外輪軌道を有する外輪と、外周面に内輪軌道を有する内輪と、前記外輪軌道と前記内輪軌道との間に転動自在に設けられた転動体とを有し、前記転がり軸受内に追加グリースを補給するグリース補給要素を有し、前記追加グリースの一回の補給量は、 0.004 c.c. ～ 0.1 c.c. となるように補給されることを特徴とする転がり軸受。
- (8) 前記グリース補給要素は、前記外輪に設けられた補給孔である(7)記載の転がり軸受。
- (9) 前記補給孔は、径方向に設けられている(8)記載の転がり軸受。
- (10) 前記補給孔は、軸方向に設けられている(8)記載の転がり軸受。
- (11) さらに外輪間座を有し、前記グリース補給要素は、前記外輪間座に設けられた補給孔である(7)記載の転がり軸受。
- (12) 前記転動体が円筒ころである(7)～(11)の何れか記載の転がり軸受。
- (13) 接触角を有し、前記転動体が玉であって、前記外輪の内径面の外輪軌道の接触部からはずれた箇所に前記補給孔が開口している(7)～(11)の何れ

か記載の転がり軸受。

(14) 工作機械の主軸及び高速モータを支持するのに用いられる(7)～(13)の何れか記載の転がり軸受。

(15) 前記補給孔の直径が、0.1～5mmの範囲内である(7)～(14)の何れか記載の転がり軸受。

(16) $d_m N$ が100万以上となる環境で使用される(7)～(15)の何れか記載の転がり軸受。

(17) 主軸を支持する転がり軸受がハウジング内に装着された工作機械用主軸装置であつて、前記転がり軸受は、グリース潤滑され、前記転がり軸受は、内周面に外輪軌道を有する外輪と、外周面に内輪軌道を有する内輪と、前記外輪軌道と前記内輪軌道との間に転動自在に設けられた転動体とを有し、前記転がり軸受内に追加グリースを補給するグリース補給要素を有し、前記追加グリースの一回の補給量は、0.004cc～0.1ccとなるように補給されることを特徴とする工作機械用主軸装置。

(18) 前記グリース要素は、前記外輪に設けられた補給孔である(17)記載の工作機械用主軸装置。

(19) 前記外輪の補給孔は、径方向に設けられている(18)記載の工作機械用主軸装置。

(20) 前記外輪の補給孔は、軸方向に設けられている(18)記載の工作機械用主軸装置。

(21) さらに外輪間座を有し、前記グリース補給要素は、外輪間座に設けられた補給孔である(17)記載の工作機械用主軸装置。

(22) 前記グリース補給要素は、ハウジングに設けられた補給孔である(17)記載の工作機械用主軸装置。

【0011】

上記構成の転がり軸受によれば、グリースが早期に劣化または油膜形成不足により軸受が破損する前に、新たなグリースを外輪側(径方向)又は外輪間座側(軸方向)から補給することにより、軸受寿命の延長が可能となる。外輪側から供給された場合、グリースは、補給孔を通って、外輪内径面から軸受空間に補給さ

れる。一方、外輪間座側から供給された場合、グリースは、補給孔を通って、直接軸受空間内に軸方向に供給される。外輪間座側からの供給時には、外径よりも内径側にグリースを供給するように構成するほうが好ましい。補給されたグリースは、転動体や保持器に付着し、転動体や保持器の回転に伴って軸受内部全体に馴染む。

【0012】

通常、工作機械の主軸に組み込まれるアンギュラ玉軸受の場合、グリースの初期封入量は、軸受空間容積の10～20%を目安とされている。一方、工作機械の主軸に組み込まれる円筒ころ軸受の場合、グリースの初期封入量は、軸受空間容積の8～15%を目安とされている。これは、グリースの初期慣らし運転の時間短縮と、温度上昇の抑制という要求からきているものである。特に円筒ころ軸受の場合、グリースの初期慣らし運転時に、回転しているころがグリースを噛みこんで異常昇温することがよくある。最悪の場合、焼付を起こしてしまうこともある。

【0013】

しかし、上記構成のように、一回のグリース補給量を0.004cc～0.1ccとすることで、異常昇温を回避し、慣らし運転の必要性がない。さらに、上記構成の転がり軸受においては、一回のグリース補給量を0.004cc～0.1ccとすることで、温度の脈動も抑制することができ、転がり軸受が適用される工作機械主軸装置の加工精度を高いレベルに保つことが可能である。

【0014】

たとえば、アンギュラ玉軸受のように、接触角を有し、転動体が玉である場合、外輪の内径面の、軌道溝の接触部のある側からずれた箇所に補給孔を開口させ、補給孔を介して一回のグリース補給量を0.004cc～0.1ccとすることで、運転中の損傷、温度の脈動を防止できる。

補給孔の直径が、0.1～5mmの範囲内であれば、定量のグリース補給をより円滑に行うことができる。すなわち、グリースが補給孔につまることがなく、グリースが過度に補給されることもない。なお、補給孔は円形断面のものに限定されない。例えば、直径0.1～5mmの円形断面積と同等の断面積を有する矩

形断面や多角形断面の補給孔であってもよい。

上記転がり軸受は、 $d \text{ mN}$ が100万以上となる環境でも長寿命を達成できる。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明の実施形態を説明する。

図1に示す本発明に係る第1実施形態のアンギュラ玉軸受10は、外周面に内輪軌道11aを有する内輪11、内周面に外輪軌道12aを有する外輪12、内外輪11、12間に形成された内輪軌道11a及び外輪軌道12aに沿って複数配置された玉13及び玉13を円周方向等間隔に保持する保持器14を備えている。本実施形態のアンギュラ玉軸受10は、工作機械の主軸支持用に用いられる外輪カウンタボア軸受である。

【0016】

本実施形態においては、外輪12のカウンタボア側（図1では右側）に、外輪12を径方向に貫通する補給要素としての補給孔15が設けられている。補給孔15は、直徑0.1～5mmの円形断面を有している。補給孔15は、外輪12の内径面の、外輪軌道12aに隣接する箇所に開口している。

補給孔15は、外輪12の周方向に間隔をあけた複数箇所に設けられてもよい。なお、補給孔15は、接触部12bのある側に設けられてもよく、接触部12b以外の部分に設ければよい。

【0017】

アンギュラ玉軸受10の軸受空間には、軸受空間容積の10～20%の量のグリースが初期封入される。ここで、軸受空間容積とは、外輪内径と内輪外径との間にできる空間から、転動体の体積及び保持器の体積を差し引いた容積を意味する。そして、軸受使用時には、次のようなグリース補給方法が適用される。すなわち、適宜なタイミングで（間欠的、定期的に）、補給孔15を介して、一回の補給量が0.004cc～0.1ccとなるようにグリースショットさせる。グリースショットのバラツキを考慮すると、一回の補給量の上限は、0.12ccである。また、一回のグリース補給量は、温度の脈動の発生防止を考慮すると、

0.01cc～0.03ccであることが好ましい。以上に示す範囲内のグリースショットを行うことで、グリースの劣化または油膜形成不足による異常昇温の発生および軸受の破損を防止するとともに、グリース補給時の温度の脈動を抑制し、アンギュラ玉軸受10が取り付けられる工作機械の軸精度の劣化を防ぐことができる。

【0018】

図2に示す本発明に係る第2実施形態のアンギュラ玉軸受20は、内輪21、外輪22、内外輪21の内輪軌道21aと外輪22の外輪軌道22aとの間に複数配置された玉23及び玉23を円周方向等間隔に保持する保持器24を備えている。

【0019】

本実施形態においては、外輪22のカウンタボア側（図2では右側）に、外輪22を径方向に貫通する補給要素としての補給孔25が設けられている。補給孔25の外輪内径面側には、グリースだまり25aが形成されている。グリースだまり25aの断面積は、補給孔25の他の部分の断面積より大きい。補給孔25は、グリースだまり25aを有しているため、段付き円柱状空間となっている。グリースだまり25aは、外輪22の内径面であって、外輪軌道22aに隣接する箇所に位置している。以下に説明する他の実施形態においても、補給孔がグリースだまりを有してもよい。

【0020】

アンギュラ玉軸受20の軸受空間には、軸受空間容積の10～20%の量のグリースが初期封入される。そして、軸受使用時には、次のようなグリース補給方法が適用される。すなわち、適宜なタイミングで（間欠的、定期的に）、補給孔25を介して、一回の補給量が0.004cc～0.1ccとなるようにグリースショットさせる。グリースショットのバラツキを考慮すると、一回の補給量の上限は、0.12ccである。また、一回のグリース補給量は、温度の脈動の発生防止を考慮すると、0.01cc～0.03ccであることが好ましい。以上に示す範囲内のグリースショットを行うことで、グリースの劣化または油膜形成不足による異常昇温の発生および軸受の破損を防止するとともに、グリース補給

時の温度の脈動を抑制し、アンギュラ玉軸受20が取り付けられる工作機械の軸精度の劣化を防ぐことができる。

【0021】

図3に示す本発明に係る第3実施形態のアンギュラ玉軸受30は、内輪31、外輪32、内輪31の内輪軌道31aと外輪32の外輪軌道32aとの間に複数配置された玉33及び玉33を円周方向等間隔に保持する保持器34を備えている。本実施形態のアンギュラ玉軸受30は、内輪カウンタボア軸受である。

【0022】

本実施形態においては、外輪32の外輪軌道32aであって接触部32bのある側（図3では右側）の反対側に、外輪32を径方向に貫通する補給要素としての補給孔35が開口している。尚、補給孔35は、接触部32bのある側であってもよく、接触部32b以外の部分に設ければよい。

【0023】

アンギュラ玉軸受30の軸受空間には、軸受空間容積の10～20%の量のグリースが初期封入される。そして、軸受使用時には、次のようなグリース補給方法が適用される。すなわち、適宜なタイミングで（間欠的、定期的に）、補給孔35を介して、一回の補給量が0.004cc～0.1ccとなるようにグリースショットさせる。グリースショットのバラツキを考慮すると、一回の補給量の上限は、0.12ccである。また、一回のグリース補給量は、温度の脈動の発生防止を考慮すると、0.01cc～0.03ccであることが好ましい。以上に示す範囲内のグリースショットを行うことで、グリースの劣化または油膜形成不足による異常昇温の発生および軸受の破損を防止するとともに、グリース補給時の温度の脈動を抑制し、アンギュラ玉軸受30が取り付けられる工作機械の軸精度の劣化を防ぐことができる。

【0024】

図4に示す本発明に係る第4実施形態のアンギュラ玉軸受40は、内輪41、外輪42、内輪41の内輪軌道41aと外輪42の外輪軌道42aとの間に複数配置された玉43及び外輪案内の保持器44を備えている。本実施形態のアンギュラ玉軸受40は、外輪カウンタボア軸受である。

本実施形態においては、外輪42のカウンタボア側（図4では右側）に、外輪42を径方向に貫通する補給要素としての補給孔45が設けられている。補給孔45は、保持器44の片側（図4では右側）の案内面44aに向けて開口している。

【0025】

アンギュラ玉軸受40の軸受空間には、軸受空間容積の10～20%の量のグリースが初期封入される。そして、軸受使用時には、次のようなグリース補給方法が適用される。すなわち、適宜なタイミングで（間欠的、定期的に）、補給孔45を介して、一回の補給量が0.004cc～0.1ccとなるようにグリースショットさせる。グリースショットのバラツキを考慮すると、一回の補給量の上限は、0.12ccである。また、一回のグリース補給量は、温度の脈動の発生防止を考慮すると、0.01cc～0.03ccであることが好ましい。以上に示す範囲内のグリースショットを行うことで、グリースの劣化または油膜形成不足による異常昇温の発生および軸受の破損を防止するとともに、グリース補給時の温度の脈動を抑制し、アンギュラ玉軸受40が取り付けられる工作機械の軸精度の劣化を防ぐことができる。

【0026】

図5に示す本発明に係る第5実施形態のアンギュラ玉軸受50は、内輪51、外輪52、内輪51の内輪軌道51aと外輪52の外輪軌道52aとの間に複数配置された玉53及び外輪案内の保持器54を備えている。本実施形態のアンギュラ玉軸受50は、外輪カウンタボア軸受である。

本実施形態においては、外輪52の反カウンタボア側（図では左側）に、外輪52を径方向に貫通する補給要素としての補給孔55が設けられている。補給孔55は、保持器54の片側（図では左側）の案内面54aに向けて開口している。

【0027】

アンギュラ玉軸受50の軸受空間には、軸受空間容積の10～20%の量のグリースが初期封入される。そして、軸受使用時には、次のようなグリース補給方法が適用される。すなわち、適宜なタイミングで（間欠的、定期的に）、補給孔

55を介して、一回の補給量が0.004cc～0.1ccとなるようにグリースショットさせる。グリースショットのバラツキを考慮すると、一回の補給量の上限は、0.12ccである。また、一回のグリース補給量は、温度の脈動の発生防止を考慮すると、温度の脈動の発生防止を考慮すると、0.01cc～0.03ccであることが好ましい。以上に示す範囲内のグリースショットを行うことで、グリースの劣化または油膜形成不足による異常昇温の発生および軸受の破損を防止するとともに、グリース補給時の温度の脈動を抑制し、アンギュラ玉軸受50が取り付けられる工作機械の軸精度の劣化を防ぐことができる。

【0028】

図6に示す本発明に係る第6実施形態の複列円筒ころ軸受60は、内輪61、外輪62、内輪61の内輪軌道61aと外輪62の外輪軌道62aとの間に2列に複数配置された円筒ころ63及び各列の円筒ころ63を円周方向等間隔に保持する保持器64を備えている。本実施形態の複列円筒ころ軸受60は、工作機械の主軸支持用転がり軸受である。

【0029】

本実施形態においては、外輪62の軸方向中央部に、外輪62を径方向に貫通する補給要素としての補給孔65が設けられている。補給孔65は、直径0.1～5mmの円形断面を有している。補給孔65は、それぞれの保持器64の、2列の円筒ころ63の間に位置する部分に向けて開口している。

本実施形態においては、外輪外径面の軸方向中央部に、補給孔65に連通する溝65bを設けて、補給孔65にグリースGをショットし易くしているが、溝65bはなくてもよい。

【0030】

円筒ころ軸受60の軸受空間には、軸受空間容積の8～15%の量のグリースが初期封入される。そして、軸受使用時には、次のようなグリース補給方法が適用される。すなわち、適宜なタイミングで（間欠的、定期的に）、補給孔65を介して、一回の補給量が一列につき0.004cc～0.1ccとなるようにグリースGをショットさせる。グリースショットのバラツキを考慮すると、一回の補給量の上限は、0.12ccである。また、円筒ころ軸受は、アンギュラ玉軸

受よりも温度の脈動が顕著に起こりやすいため、一回の補給量はアンギュラ玉軸受への補給量よりも少なくする必要がある。したがって、円筒ころ軸受の場合には、一列につき一回のグリース補給量が 0.005 c.c. ～ 0.02 c.c. であることが特に好ましい。

【0031】

保持器64に向けてショットされたグリースGは、軸受回転に伴って、内外輪の軌道面の円周上に均一に塗布される。こうして、ショットされたグリースGによる新しい油膜が形成される。必要最低限のグリース以外は、転動面外側にかき出されて土手のような形状になる。その状態のグリースから微量な基油が漏れて、転動面や保持器案内面が潤滑される。以上に示す範囲内のグリースショットを行うことで、グリース補給時の温度の脈動を抑制し、複列円筒ころ軸受60を取り付けられる工作機械の軸精度の劣化を防ぐことができる。

【0032】

図7に示す本発明に係る第7実施形態の複列円筒ころ軸受70は、内輪71、外輪72、内輪71の内輪軌道71aと外輪72の外輪軌道72aとの間に2列に複数配置された円筒ころ73及び各列の円筒ころ73を円周方向等間隔に保持する保持器74を備えている。

本実施形態においては、外輪72に、外輪72を径方向に貫通する補給要素としての補給孔75が、軸方向に見て複数（ここでは2本）設けられている。補給孔75は、各列の円筒ころ73の転動面に向けて開口している。外輪外径面には、2列の溝75bが設けられている。

【0033】

円筒ころ軸受70の軸受空間には、軸受空間容積の8～15%の量のグリースが初期封入される。そして、軸受使用時には、次のようなグリース補給方法が適用される。すなわち、適宜なタイミングで（間欠的、定期的に）、補給孔75を介して、一列につき一回の補給量が 0.004 c.c. ～ 0.1 c.c. となるようにグリースGをショットさせる。グリースショットのバラツキを考慮すると、一回の補給量の上限は、 0.12 c.c. である。円筒ころ軸受は、アンギュラ玉軸受よりも温度の脈動が顕著に起こりやすいため、一回の補給量はアンギュラ玉軸受への

補給量よりも少なくする必要がある。したがって、円筒ころ軸受の場合には、一列につき一回のグリース補給量が 0.005cc ～ 0.02cc であることが特に好ましい。以上に示す範囲内のグリースショットを行うことで、グリースの劣化または油膜形成不足による異常昇温の発生および軸受の破損を防止するとともに、グリース補給時の温度の脈動を抑制し、複列円筒ころ軸受70が取り付けられる工作機械の軸精度の劣化を防ぐことができる。

【0034】

図8に示す本発明に係る第8実施形態の単列円筒ころ軸受80は、内輪81、外輪82、内輪81の内輪軌道81aと外輪82の外輪軌道82aとの間に複数配置された円筒ころ83及び外輪案内の保持器84を備えている。

本実施形態においては、外輪82に、外輪82を径方向に貫通する補給要素としての補給孔85が、軸方向に見て2本設けられている。各補給孔85は、円筒ころ83の軸方向両側に位置する、保持器84の案内面に向けて開口している。外輪外径面には、2列の溝85bが設けられている。

図示しないが、片側の保持器案内面に向けて開口する、軸方向に見て1本の補給孔を設けた構成とすることもできる。

【0035】

円筒ころ軸受80の軸受空間には、軸受空間容積の8～15%の量のグリースが初期封入される。そして、軸受使用時には、次のようなグリース補給方法が適用される。すなわち、適宜なタイミングで（間欠的、定期的に）、補給孔85を介して、一回の補給量が 0.004cc ～ 0.1cc となるようにグリースGをショットさせる。グリースショットのバラツキを考慮すると、一回の補給量の上限は、 0.12cc である。円筒ころ軸受は、アンギュラ玉軸受よりも温度の脈動が顕著に起こりやすいため、一回の補給量はアンギュラ玉軸受への補給量よりも少なくする必要がある。したがって、円筒ころ軸受の場合には、一回のグリース補給量が 0.005cc ～ 0.02cc であることが特に好ましい。以上に示す範囲内のグリースショットを行うことで、グリースの劣化または油膜形成不足による異常昇温の発生および軸受の破損を防止するとともに、グリース補給時の温度の脈動を抑制し、単列円筒ころ軸受80が取り付けられる工作機械の軸精度

の劣化を防ぐことができる。

【0036】

図9に示す本発明に係る第9実施形態の単列円筒ころ軸受90は、内輪91、外輪92、内輪91の内輪軌道91aと外輪92の外輪軌道92aとの間に複数配置された円筒ころ93及び外輪案内の保持器94を備えている。

本実施形態においては、外輪92の軸方向中央部に、外輪92を径方向に貫通する補給要素としての補給孔95が設けられている。補給孔95は、円筒ころ93の転動面に向けて開口している。外輪外径面の軸方向中央部には、溝95bが設けられている。

【0037】

円筒ころ軸受90の軸受空間には、軸受空間容積の8～15%の量のグリースが初期封入される。そして、軸受使用時には、次のようなグリース補給方法が適用される。すなわち、適宜なタイミングで（間欠的、定期的に）、補給孔95を介して、一回の補給量が0.004cc～0.1ccとなるようにグリースGをショットさせる。グリースショットのバラツキを考慮すると、一回の補給量の上限は、0.12ccである。円筒ころ軸受は、アンギュラ玉軸受よりも温度の脈動が顕著に起こりやすいため、一回の補給量はアンギュラ玉軸受への補給量よりも少なくする必要がある。したがって、円筒ころ軸受の場合には、一回のグリース補給量が0.005cc～0.02ccであることが特に好ましい。以上に示す範囲内のグリースショットを行うことで、グリースの劣化または油膜形成不足による異常昇温の発生および軸受の破損を防止するとともに、グリース補給時の温度の脈動を抑制し、単列円筒ころ軸受90が取り付けられる工作機械の軸精度の劣化を防ぐことができる。

【0038】

図10に示す本発明第10実施形態の単列円筒ころ軸受100は、内輪101、外輪102、内輪101の内輪軌道101aと外輪102の外輪軌道102aとの間に複数配置された円筒ころ103及び外輪案内の保持器104を備えている。

本実施形態においては、外輪102に、外輪102を径方向に貫通する補給要

素としての補給孔105が、軸方向に見て2本設けられている。各補給孔105は、円筒ころ103の軸方向両端面と保持器104の案内面との間に向けて開口している。外輪外径面には、2列の溝105bが設けられている。

図示しないが、径方向に見て1本の補給孔を設けた構成とすることもできる。

【0039】

円筒ころ軸受100の軸受空間には、軸受空間容積の8～15%の量のグリースが初期封入される。そして、軸受使用時には、次のようなグリース補給方法が適用される。すなわち、適宜なタイミングで（間欠的、定期的に）、補給孔105を介して、一回の補給量が0.004cc～0.1ccとなるようにグリースGをショットさせる。グリースショットのバラツキを考慮すると、一回の補給量の上限は、0.12ccである。円筒ころ軸受は、アンギュラ玉軸受よりも温度の脈動が顕著に起こりやすいため、一回の補給量はアンギュラ玉軸受への補給量よりも少なくする必要がある。したがって、円筒ころ軸受の場合には、一回のグリース補給量が0.005cc～0.02ccであることが特に好ましい。以上に示す範囲内のグリースショットを行うことで、グリースの劣化または油膜形成不足による異常昇温の発生および軸受の破損を防止するとともに、グリース補給時の温度の脈動を抑制し、単列円筒ころ軸受100の軸精度の劣化を防ぐことができる。

【0040】

図11に示す本発明第11実施形態の単列円筒ころ軸受110は、内輪111、外輪112、内輪111の内輪軌道111aと外輪112の外輪軌道112aとの間に複数配置された円筒ころ113及び外輪案内の保持器114を備えている。

本実施形態においては、外輪112の軸方向中央部に、外輪112を径方向に貫通する補給要素としての補給孔115が設けられている。補給孔115は、グリースをショットするノズル400の、先端テーパ形状に対応するテーパ形状になっており、外径面側から内径面側に向かうにつれて直徑が減少している。すなわち、補給孔115は、円錐台状空間になっている。補給孔115は、円筒ころ113の転動面に向けて開口している。

【0041】

円筒ころ軸受110の軸受空間には、軸受空間容積の8～15%の量のグリースが初期封入される。そして、軸受使用時には、次のようなグリース補給方法が適用される。すなわち、適宜なタイミングで（間欠的、定期的に）、補給孔115を介して、一回の補給量が0.004cc～0.1ccとなるようにグリースGをショットさせる。グリースショットのバラツキを考慮すると、一回の補給量の上限は、0.12ccである。円筒ころ軸受は、アンギュラ玉軸受よりも温度の脈動が顕著に起こりやすいため、一回の補給量はアンギュラ玉軸受への補給量よりも少なくする必要がある。したがって、円筒ころ軸受の場合には、一回のグリース補給量が0.005cc～0.02ccであることが特に好ましい。以上に示す範囲内のグリースショットを行うことで、グリースの劣化または油膜形成不足による異常昇温の発生および軸受の破損を防止するとともに、グリース補給時の温度の脈動を抑制し、単列円筒ころ軸受110が取り付けられる工作機械の軸精度の劣化を防ぐことができる。

【0042】

図12に示す本発明に係る第12実施形態の単列円筒ころ軸受120は、内輪121、二つの鍔122bを有する外輪122、内輪121の内輪軌道121aと外輪122の外輪軌道122aとの間に配置された円筒ころ123及び外輪案内の保持器124を備えている。

【0043】

円筒ころ123は、外輪122の内周面である鍔122b間に形成された外輪軌道122aおよび内輪121の外周面に形成された内輪軌道121aに沿って転動可能に配置されている。外輪軌道122aの両端部には、円筒ころ123のエッジ部123aと対向する位置に、凹部である逃げ部122cが設けられ、エッジ部123aとの干渉を避ける構造となっている。

【0044】

本実施形態においては、外輪122を径方向に貫通し、外輪122の逃げ部122cの一方に連通する補給要素としての一つの補給孔125が形成されている。追加グリースは、外部から補給孔125を介して径方向に転がり軸受120の

内部の逃げ部122cに補給される。

【0045】

円筒ころ軸受120の軸受空間には、軸受空間容積の8～15%の量のグリースが初期封入される。そして、軸受使用時には、次のようなグリース補給方法が適用される。すなわち、適宜なタイミングで（間欠的、定期的に）、補給孔125を介して、一回の補給量が0.004cc～0.1ccとなるようにグリースGをショットする。補給されたグリースは、補給されたグリースは、円筒ころ123の転動に伴い、軸受内部全体に馴染み、不足したグリースを補う。

【0046】

グリースショットのバラツキを考慮すると、一回の補給量の上限は、0.12ccである。円筒ころ軸受は、アンギュラ玉軸受よりも温度の脈動が顕著に起こりやすいため、一回の補給量はアンギュラ玉軸受への補給量よりも少なくする必要がある。したがって、円筒ころ軸受の場合には、一回のグリース補給量が0.005cc～0.02ccであることが特に好ましい。以上に示す範囲内のグリースショットを行うことで、グリースの劣化または油膜形成不足による異常昇温の発生および軸受の破損を防止するとともに、グリース補給時の温度の脈動を抑制し、単列円筒ころ軸受120が取り付けられる工作機械の軸精度の劣化を防ぐことができる。

【0047】

図13に示す本発明の第13実施形態の単列円筒ころ軸受130は、内輪131、二つの鍔132bを有する外輪132、内輪131の内輪軌道131aと外輪132の外輪軌道132aとの間に配置された二つの円筒ころ133及び外輪案内の保持器134を備えている。

【0048】

円筒ころ133は、外輪132の内周面である鍔132b間に形成された外輪軌道132aおよび内輪131の外周面に形成された内輪軌道131aに沿って転動可能に配置されている。外輪軌道132aの両端部には、円筒ころ133のエッジ部133aと対向する位置に、凹部である逃げ部132cが設けられ、エッジ部133aとの干渉を避ける構造となっている。

【0049】

本実施形態においては、外輪132を径方向に貫通し、外輪132の逃げ部132cのそれぞれに連通する補給要素としての二つの補給孔135が形成されている。追加グリースは、外部から補給孔135を介して径方向に転がり軸受130の内部の逃げ部132cに補給される。

【0050】

円筒ころ軸受130の軸受空間には、軸受空間容積の8～15%の量のグリースが初期封入される。そして、軸受使用時には、次のようなグリース補給方法が適用される。すなわち、適宜なタイミングで（間欠的、定期的に）、補給孔135を介して、一回の補給量が0.004cc～0.1ccとなるようにグリースGをショットする。補給されたグリースは、補給されたグリースは、円筒ころ133の転動に伴い、軸受内部全体に馴染み、不足したグリースを補う。

【0051】

グリースショットのバラツキを考慮すると、一回の補給量の上限は、0.12ccである。円筒ころ軸受は、アンギュラ玉軸受よりも温度の脈動が顕著に起こりやすいため、一回の補給量はアンギュラ玉軸受への補給量よりも少なくする必要がある。したがって、円筒ころ軸受の場合には、一回のグリース補給量が0.005cc～0.02ccであることが特に好ましい。以上に示す範囲内のグリースショットを行うことで、グリースの劣化または油膜形成不足による異常昇温の発生および軸受の破損を防止するとともに、グリース補給時の温度の脈動を抑制し、単列円筒ころ軸受130が取り付けられる工作機械の軸精度の劣化を防ぐことができる。

【0052】

図14に示す本発明の第14実施形態の複列円筒ころ軸受140は、内輪141、外輪142、内輪141の内輪軌道141aと外輪142の外輪軌道142aとの間に配置された円筒ころ143及び外輪案内の保持器144を備えている。

【0053】

外輪142は、軸方向両端に形成された二つの鎌142bと内径面中央に形成

された鍔142dとを有している。鍔142bと鍔142dとの間には、それぞれ二つの外輪軌道142aが形成されている。

【0054】

二つの円筒ころ143は、二つの外輪軌道142aおよび内輪141の外周面に形成された内輪軌道141aに沿ってそれぞれ転動可能に配置されている。外輪軌道142aの両端部のそれぞれには、円筒ころ143のエッジ部143aと対向する位置に、凹部である逃げ部142cが設けられ、エッジ部143aとの干渉を避ける構造となっている。

【0055】

本実施形態においては、外輪142を径方向に貫通し、それぞれの外輪軌道142aの両端部に設けられた逃げ部142cの一方に連通する補給要素としての二つの補給孔145が設けられている。追加グリースは、外部から補給孔145を介して径方向に転がり軸受140の内部の逃げ部142cに補給される。

【0056】

円筒ころ軸受140の軸受空間には、軸受空間容積の8～15%の量のグリースが初期封入される。そして、軸受使用時には、次のようなグリース補給方法が適用される。すなわち、適宜なタイミングで（間欠的、定期的に）、補給孔145を介して、一列につき一回の補給量が0.004cc～0.1ccとなるようグリースGをショットする。補給されたグリースは、補給されたグリースは、円筒ころ143の転動に伴い、軸受内部全体に馴染み、不足したグリースを補う。

【0057】

グリースショットのバラツキを考慮すると、一回の補給量の上限は、0.12ccである。円筒ころ軸受は、アンギュラ玉軸受よりも温度の脈動が顕著に起こりやすいため、一回の補給量はアンギュラ玉軸受への補給量よりも少なくする必要がある。したがって、円筒ころ軸受の場合には、一列につき一回のグリース補給量が0.005cc～0.02ccであることが特に好ましい。以上に示す範囲内のグリースショットを行うことで、グリースの劣化または油膜形成不足による異常昇温の発生および軸受の破損を防止するとともに、グリース補給時の温度

の脈動を抑制し、複列円筒ころ軸受140が取り付けられる工作機械の軸精度の劣化を防ぐことができる。

【0058】

図15に示す本発明の第15実施形態の複列円筒ころ軸受150は、内輪151、外輪152、内輪151の内輪軌道151aと外輪152の外輪軌道152aとの間に配置された円筒ころ153及び外輪案内の保持器154を備えている。

【0059】

外輪152は、軸方向両端に形成された二つの鍔152bと内径面中央に形成された鍔152dとを有している。鍔152bと鍔152dとの間には、それぞれ二つの外輪軌道152aが形成されている。

【0060】

二つの円筒ころ153は、二つの外輪軌道152aおよび内輪151の外周面に形成された内輪軌道151aに沿ってそれぞれ転動可能に配置されている。外輪軌道152a両端部のそれぞれには、円筒ころ153のエッジ部153aと対向する位置に、凹部である逃げ部152cが設けられ、エッジ部153aとの干渉を避ける構造となっている。

【0061】

本実施形態においては、外輪152を径方向に貫通し、それぞれの外輪軌道152aの両端部に設けられた逃げ部152cのそれぞれに連通する補給要素としての四つの補給孔155が設けられている。追加グリースは、外部から補給孔155を介して径方向に転がり軸受150の内部の逃げ部152cに補給される。

【0062】

円筒ころ軸受150の軸受空間には、軸受空間容積の8～15%の量のグリースが初期封入される。そして、軸受使用時には、次のようなグリース補給方法が適用される。すなわち、適宜なタイミングで（間欠的、定期的に）、補給孔155を介して、一列につき一回の補給量が0.004cc～0.1ccとなるようグリースGをショットする。補給されたグリースは、補給されたグリースは、円筒ころ153の転動に伴い、軸受内部全体に馴染み、不足したグリースを補う

【0063】

グリースショットのバラツキを考慮すると、一回の補給量の上限は、0.12 ccである。円筒ころ軸受は、アンギュラ玉軸受よりも温度の脈動が顕著に起こりやすいため、一回の補給量はアンギュラ玉軸受への補給量よりも少なくする必要がある。したがって、円筒ころ軸受の場合には、一列につき一回のグリース補給量が0.005cc～0.02ccであることが特に好ましい。以上に示す範囲内のグリースショットを行うことで、グリースの劣化または油膜形成不足による異常昇温の発生および軸受の破損を防止するとともに、グリース補給時の温度の脈動を抑制し、複列円筒ころ軸受150が取り付けられる工作機械の軸精度の劣化を防ぐことができる。

【0064】

なお、図1～図15に示した転がり軸受において、外輪外径面に溝を設けたものと無いものとがあるが、全ての転がり軸受について溝を設けることも設けないことも可能である。

また、外輪外径面もしくはハウジング内径面にOリングを設けて、グリース漏れを防ぐことも可能である。

【0065】

図16は、本発明に係る第1～15実施形態に記載の転がり軸受を用いて構成される工作機械用主軸装置としてのスピンドル装置160を示す図である。このスピンドル装置160は、主軸ハウジング161内に第1実施形態の外輪溝付きタイプのアンギュラ玉軸受10及び第10実施形態の補給孔片側1本の円筒ころ軸受100を用いて主軸171を支持している。なお、図16の主軸装置は、例示のために異種の軸受を用いているが、同種の軸受のみから構成するようにしてもよい。

【0066】

主軸ハウジング161は、ハウジング本体162と、ハウジング本体162の前端（図中左側）に内嵌固定された前側軸受ハウジング163と、ハウジング本体162の後側（図中右側）に内嵌固定された後側ハウジング164とを備えて

いる。前側軸受ハウジング163の端部には、外輪押さえ部材165及び内輪押さえ部材166が設けられており、外輪押さえ部材165と内輪押さえ部材166との間には、ラビリンスが形成されている。主軸ハウジング161の後端面は、カバー170によって覆われている。

【0067】

主軸171は、前側軸受ハウジング163に外嵌する2つの転がり軸受10, 10(図1に示すものと同等)と、後側軸受ハウジング164に外嵌する1つの円筒ころ軸受100(図10に示すものと同等の補給孔1本のタイプ)に内嵌することにより、主軸ハウジング161によって回転自在に支承されている。2つの転がり軸受10, 10の外輪12, 12間には、外輪間座180が配置されており、また内輪11, 11間には、内輪間座176が配置されている。

【0068】

主軸171の軸方向の略中央部には、ロータ186が外嵌固定されている。ロータ186の外周面側には、ステータ187が所定距離離れて同軸配置されている。ステータ187は、ステータ187の外周面側に配置されたステータ固定部材188を介してハウジング本体162に固定されている。ハウジング本体162とステータ固定部材188との間には、主軸171の周方向に沿う方向に複数の溝178が形成されている。この複数の溝178内には、ステータ187の冷却用の冷媒が流される。

【0069】

同様に、ハウジング本体162と前側軸受ハウジング163との間であって、アンギュラ玉軸受10の外周側にあたる部位には、ハウジングおよび軸受冷却用の冷媒が流される複数の溝177が形成されている。

【0070】

この主軸ハウジング161の後端面には、軸受10, 10, 100のそれぞれにグリース供給を行うためのグリースが供給される3個のグリース供給口192が周方向に沿って開口している(図16には一つのみ図示)。これらの3つのグリース供給口192は、ハウジング本体162、前側軸受ハウジング163及び後側軸受ハウジング164内に形成されたグリース供給路193a, 193b,

193cにそれぞれ連通している（図16では、便宜上、各グリース供給路193a, 193b, 193cを同一断面に図示している）。これにより、本実施形態のスピンドル装置160は、外部に設けられたグリース供給器190からグリース供給管191を介して主軸ハウジング161内にグリース供給可能に構成されている。

【0071】

グリース供給路193aは、単列円筒ころ軸受100の外輪側に対応して形成された開口196に連通しており、グリース供給路193bは、前側（図左側）に配置されたアンギュラ玉軸受10の外輪側に対応して形成された開口194に連通しており、またグリース供給路193cは、後側（図中央）に配置されたアンギュラ玉軸受10の外輪側に対応して形成された開口195に連通している。これにより、グリース供給器190から供給されたグリースは、各軸受10, 10, 100の外輪側まで独立に供給される。開口194, 195, 196は、図1および図9に示す補給孔15, 15, 105に連通しており、グリースは補給孔15, 15, 105を介して軸受空間内部に独立に供給される。

【0072】

グリース補給器190は、各軸受10, 10, 100に対して独立にグリース供給可能に構成されている。すなわち、グリース補給器190は、適宜なタイミングで（間欠的または定期的に）、一回の補給量が0.004cc～0.1ccとなるように各軸受10, 10, 100毎にグリースショットする。補給されたグリースは、軸受10内部の玉13及び軸受100内部のころ103の転動に伴い、軸受10及び100内部全体に馴染み、不足したグリースを補う。ここで、アンギュラ玉軸受の場合には、一回のグリース補給量が0.01cc～0.03ccであることが好ましく、また円筒ころ軸受の場合には、一回のグリース補給量が0.005cc～0.02ccであることが好ましい。以上に示す範囲内のグリースショットを行うことで、グリースの劣化または油膜形成不足による異常昇温の発生および軸受の破損を防止するとともに、グリース補給時の温度の脈動を抑制し、各軸受10, 10, 100が取り付けられるスピンドル装置の軸精度の劣化を防ぐことができる。

【0073】

なお、本実施形態においては、各軸受10, 10, 100の軸受空間内部に連通したグリース排出路197が前側ハウジング163および後側ハウジング164に形成されている。グリースは、このグリース排出路197を介して、グリース排出路197の外周側開口198から装置外に排出される。

【0074】

本実施形態のスピンドル装置では、第1実施形態の軸受10および第10実施形態の軸受100を例として挙げたが、勿論その他の実施形態2~9または11~15の軸受、又はそれらの任意の組合せを代わりに用いてもよい。

また、その他の軸受の外輪に同様の補給孔を設けても同様の効果が期待されることはあるまでもない。

【0075】

図17は、以下に説明する第16, 17実施形態に係る転がり軸受200及び210を用いて構成される工作機械用主軸装置としてのスピンドル装置を示す図である。なお、図17のスピンドル装置は、例示のために異種の軸受を用いているが、同種の軸受のみから構成するようにしてもよい。

【0076】

軸受200及び210は、主軸1に外嵌し、ハウジング7に内嵌している。主軸1は、軸受200及び210を介して、ハウジング7に対し回転可能である。軸受200及び210の各内輪及び外輪間には、それぞれ主軸1及びハウジング7に沿って配置された内輪間座500a, 500b, 500c, 500d, 500e及び外輪間座600a, 600b, 600c, 600d, 600eが図視左から順に配置されている。

【0077】

内輪間座500a及び500e並びに外輪間座600a及び600eの軸方向両端には、それぞれ内輪押さえ部材8a, 8b及び外輪押さえ部材9a, 9bが配置され、各間座を介して各軸受に予圧を与えている。内輪押さえ部材8a及び外輪押さえ部材9a並びに内輪押さえ部材8b及び外輪押さえ部材9bの間には、図示せぬ間隙が形成されており、両押さえ部材間にラビリンスを形成している。

【0078】

図18は、図17に示すスピンドル装置の拡大断面図である。ここでは、本発明の第16実施形態に係るアンギュラ玉軸受200並びにその周辺構造について説明する。

【0079】

図18に示す各アンギュラ玉軸受200は、内輪201、外輪202、内輪201の内輪軌道201aと外輪202の外輪軌道202aとの間に複数配置された玉203、及び、玉203を円周方向等間隔に保持する保持器204を備えている。外輪202は、玉203を接触角を持って保持するためのテーパ部202bを軸方向片側に有している。以下、テーパ部が形成された軸方向一方を正面側、他方を背面側と呼ぶこととする。

【0080】

本実施形態においては、各アンギュラ玉軸受200間に、グリース補給用外輪間座600bが配置されている。グリース補給用外輪間座600bには、ハウジング7を貫通した二つのグリース補給用ノズル4が、グリース補給用外輪間座600bに差し込み固定されている。グリース補給用ノズル4には、外部のグリース供給器2から補給パイプ3を介して追加グリースが供給される。

【0081】

グリース補給用外輪間座600bは、ノズル4の先端から追加グリースをアンギュラ玉軸受200内部に補給する補給要素としての補給孔205を有している。補給孔205は、直径0.1～5mmの円形断面を有しており、軸受200の内側（保持器204よりも内径側）に向けて軸方向に開口している。補給孔205は、内輪201及び外輪202間に背面側から軸方向に追加グリースを供給する。供給されるグリースは、主に保持器204よりも内径側に供給される。

【0082】

なお、補給孔205は、径方向に間隔をあけてグリース補給用外輪間座600bの複数箇所に設けられてもよい。また、供給されるグリースは、主に保持器204よりも内径側に供給されるほうが好ましいが、外径側に供給してもよい。

【0083】

各アンギュラ玉軸受200の軸受空間には、軸受空間容積の10～20%の量のグリースが初期封入される。そして、軸受使用開始後、グリース供給器2は、適宜なタイミングで（間欠的、定期的に）、補給孔205を介して、一回の補給量が0.004cc～0.1ccとなるようにグリースショットする。補給されたグリースは、アンギュラ玉軸受200内部の玉203の転動に伴い、アンギュラ玉軸受200内部全体に馴染み、不足したグリースを補う。ここで、一回のグリース補給量が0.01cc～0.03ccであることが好ましい。以上に示す範囲内のグリースショットを行うことで、グリースの劣化または油膜形成不足による異常昇温の発生および軸受の破損を防止するとともに、グリース補給時の温度の脈動を抑制し、アンギュラ玉軸受200が取り付けられるスピンドル装置の軸精度の劣化を防ぐことができる。

【0084】

図19は、図17に示すスピンドル装置の拡大断面図であり、ここでは、本発明の第17実施形態に係る単列円筒ころ軸受210について説明する。

【0085】

単列円筒ころ軸受210は、内輪211、外輪212、内輪211の内輪軌道211aと外輪212の外輪軌道212aとの間に配置された円筒ころ213、及び、ころ213を円周方向等間隔に保持する保持器214を備えている。

【0086】

本実施形態においては、円筒ころ軸受210の軸方向隣には、グリース補給用外輪間座600dが配置されている。グリース補給用外輪間座600dには、ハウジング7を貫通したグリース補給用ノズル4がグリース補給用外輪間座600dに差し込み固定されている。グリース補給用ノズル4には、外部のグリース供給器2から補給パイプ3を介して追加グリースが供給される。

【0087】

グリース補給用外輪間座600dは、ノズル4の先端から追加グリースを軸受210内部に補給する補給要素としての補給孔215を有している。補給孔215は、直径0.1～5mmの円形断面を有しており、軸受210の内側（保持器

214よりも内径側)に向けて軸方向に開口している。補給孔215は、内輪211及び外輪212間に背面側から軸方向に追加グリースを供給する。供給されるグリースは、主に保持器214よりも内径側に供給される。

なお、補給孔215は、径方向に間隔をあけてグリース補給用外輪間座600dの複数箇所に設けられてもよい。また、供給されるグリースは、主に保持器214よりも内径側に供給されるほうが好ましいが、外径側に供給してもよい。

【0088】

各円筒ころ軸受210の軸受空間には、軸受空間容積の10～20%の量のグリースが初期封入される。そして、軸受使用開始後、グリース供給器2は、適宜なタイミングで(間欠的、定期的に)、補給孔215を介して、一回の補給量が0.004cc～0.1ccとなるようにグリースショットする。補給されたグリースは、円筒ころ軸受210内部のころ213の転動に伴い、円筒ころ軸受210内部全体に馴染み、不足したグリースを補う。ここで、一回のグリース補給量が0.005cc～0.02ccであることが好ましい。以上に示す範囲内のグリースショットを行うことで、グリースの劣化または油膜形成不足による異常昇温の発生および軸受の破損を防止するとともに、グリース補給時の温度の脈動を抑制し、円筒ころ軸受210が取り付けられるスピンドル装置の軸精度の劣化を防ぐことができる。

【0089】

図20は、第16実施形態の第1の変形例に係るスピンドル装置の拡大断面図を示す。

本変形例に用いられているアンギュラ玉軸受220は、軸に外嵌する内輪221、ハウジング1000に内嵌する外輪222、内輪221の内輪軌道221aと外輪222の外輪軌道222aとの間に転動自在に配置された玉223、並びに玉223を保持する保持器224から構成される。

【0090】

ハウジング1000は、径方向内側に突出した凸部1000aを有する。軸受220の外輪222は、軸方向背面側で凸部1000aに接している。内輪221の軸方向背面側には、凸部1000aと軸方向に対向する内輪間座510aが

配置されている。

【0091】

一方、外輪222の軸方向正面側には、グリース補給用外輪間座610が設けられている。グリース補給用外輪間座610は、内輪間座510bと径方向に対向している。ハウジング1000におけるグリース補給用外輪間座610の外径面に対応する位置には、グリース補給用ノズル400をグリース補給用外輪間座610に差し込むための開口1000bが形成されている。グリース補給用ノズル400の基部400aは、ねじ等の固定部材400bによりハウジング1000の外径面上に固定されており、基部400aから延出した先端部400cがグリース補給用外輪間座610内部に差し込まれている。

【0092】

グリース補給用外輪間座610は、グリース補給用ノズル400の先端部400cから追加グリースを軸受220内部に補給する補給要素としての補給孔225を有している。補給孔225は、直径0.1～5mmの円形断面を有している。補給孔225は、内輪221及び外輪222間に正面側から軸方向に追加グリースを供給する。追加グリースの量は、一回の補給量が0.004cc～0.1ccであり、一回の補給量が0.01cc～0.03ccであることが好ましい。以上に示す範囲内のグリースショットを行うことで、グリースの劣化または油膜形成不足による異常昇温の発生および軸受の破損を防止するとともに、グリース補給時の温度の脈動を抑制し、アンギュラ玉軸受220が取り付けられるスピンドル装置の軸精度の劣化を防ぐことができる。

なお、補給孔225は、径方向に間隔をあけてグリース補給用外輪間座610の複数箇所に設けられてもよい。

【0093】

図21は、第16実施形態の第2の変形例に係るスピンドル装置の拡大断面図を示す。

本変形例に用いられているアンギュラ玉軸受230は、軸に外嵌する内輪231、ハウジング1100に内嵌する外輪232、内輪231の内輪軌道231aと外輪232の外輪軌道232aとの間に転動自在に配置された玉233、並び

に玉233を保持する保持器234から構成される。

【0094】

ハウジング1100は、径方向内側に突出した凸部1100aを有する。軸受230の外輪232は、軸方向正面側で凸部1100aに接している。内輪231の正面側には、凸部1100aに径方向に対向する内輪間座520bが配置されている。一方、外輪232の軸方向背面側には、内輪間座520a及び外輪間座620がそれぞれに対向して配置されている。

【0095】

凸部1100aの反対側となるハウジング1000の外径面には、グリース補給用ノズル400を凸部1100a内に差し込むための開口1100bが形成されている。グリース補給用ノズル400の基部400aは、ねじ等の固定部材400bによりハウジング1100の外径面上に固定されており、基部400aから延出した先端部400cが凸部1100a内部に差し込まれている。

【0096】

凸部1100aは、グリース補給用ノズル400の先端部400cから追加グリースを軸受230内部に補給する補給要素としての補給孔235を有している。補給孔235は、直径0.1～5mmの円形断面を有している。補給孔235は、内輪231及び外輪232間に正面側から軸方向に追加グリースを供給する。追加グリースの量は、一回の補給量が0.004cc～0.1ccであり、一回の補給量が0.01cc～0.03ccであることが好ましい。以上に示す範囲内のグリースショットを行うことで、グリースの劣化または油膜形成不足による異常昇温の発生および軸受の破損を防止するとともに、グリース補給時の温度の脈動を抑制し、アンギュラ玉軸受230が取り付けられるスピンドル装置の軸精度の劣化を防ぐことができる。なお、補給孔235は、径方向に間隔をあけて凸部1100aの複数箇所に設けられてもよい。

【0097】

また、図22に本実施形態の第3の変形例に係るスピンドル装置の拡大断面図を示す。

本変形例は、第2変形例のアンギュラ玉軸受230の正面側と背面側を入れ替

えたものであり、ハウジング1100の凸部1100aがアンギュラ玉軸受230の軸方向背面側に設けられている。その他の構成は、図21に示したものと同様である。

【0098】

本変形例において、追加グリースは、凸部1100aに形成された補給孔235から、内輪231及び外輪232間に背面側から軸方向に供給される。追加グリースの量は、一回の補給量が0.004cc～0.1ccであり、一回のグリース補給量が0.01cc～0.03ccであることが好ましい。以上に示す範囲内のグリースショットを行うことで、これにより、グリースの劣化または油膜形成不足による異常昇温の発生および軸受の破損を防止するとともに、グリース補給時の温度の脈動を抑制し、アンギュラ玉軸受230が取り付けられるスピンドル装置の軸精度の劣化を防ぐことができる。

【0099】

図23は、第16実施形態の第4の変形例に係るスピンドル装置の拡大断面図を示す。

本変形例に用いられているアンギュラ玉軸受240は、軸に外嵌する内輪241、ハウジング1200に内嵌する外輪242、内輪241の内輪軌道241aと外輪242の外輪軌道242aとの間に転動自在に配置された玉243、並びに玉243を保持する保持器244から構成される。外輪1200の正面側端部には、テーパ部から径方向内側に突出した凸部242bが形成されている。

【0100】

軸受240の外輪242は、軸方向正面側で、即ち、凸部242bが、外輪間座630bと接しており、軸方向背面側で、外輪間座630aと接している。内輪241の背面側及び正面側には、それぞれ外輪間座630a及び630bと径方向に対向する内輪間座530a及び530bが配置されている。

【0101】

ハウジング1200は、外輪242の凸部242bの反対側となる外径面に、グリース補給用ノズル400を凸部242b内に差し込むための開口1200bを有している。グリース補給用ノズル400の基部400aは、ねじ等の固定部

材400bによりハウジング1200の外径面上に固定されており、基部400aから延出した先端部400cが、開口1200bを介して外輪242の凸部242b内部に差し込まれている。

【0102】

凸部242bは、グリース補給用ノズル400の先端部400cから追加グリースを軸受240内部に補給する補給要素としての補給孔245を有している。補給孔245は、直径0.1～5mmの円形断面を有している。補給孔245は、内輪241及び外輪242間に正面側から軸方向に追加グリースを供給する。追加グリースの量は、一回の補給量が0.004cc～0.1ccであり、一回のグリース補給量が0.01cc～0.03ccであることが好ましい。以上に示す範囲内のグリースショットを行うことで、これにより、グリースの劣化または油膜形成不足による異常昇温の発生および軸受の破損を防止するとともに、グリース補給時の温度の脈動を抑制し、アンギュラ玉軸受240が取り付けられるスピンドル装置の軸精度の劣化を防ぐことができる。

なお、補給孔245は、径方向に間隔をあけて凸部242bの複数箇所に設けられてもよい。

【0103】

また、図24に本実施形態の第5の変形例に係るスピンドル装置の拡大断面図を示す。

本変形例は、第4変形例のアンギュラ玉軸受240の外輪242の変形例であり、外輪242の凸部242bが、アンギュラ玉軸受240の軸方向背面側に形成されている。その他の構成は、図23に示したものと同様である。

【0104】

本変形例において、追加グリースは、凸部242bに形成された補給孔245から、内輪241及び外輪242間に背面側から軸方向に供給される。追加グリースの量は、一回の補給量が0.004cc～0.1ccであり、一回のグリース補給量が0.01cc～0.03ccであることが好ましい。以上に示す範囲内のグリースショットを行うことで、これにより、グリースの劣化または油膜形成不足による異常昇温の発生および軸受の破損を防止するとともに、グリース補

給時の温度の脈動を抑制し、アンギュラ玉軸受240が取り付けられるスピンドル装置の軸精度の劣化を防ぐことができる。

【0105】

上記した第16, 17実施形態および第16実施形態の変形例1～5のように構成することにより、軸方向に追加グリースを軸受内部に補給することが可能となる。

また、その他の軸受において、同様の補給孔を設けても同様の効果が期待されることは言うまでもない。

また、グリースショットするタイミングは、スピンドルの停止時であっても回転時であってもどちらでもよい。

【0106】

【実施例】

(実施例1)

転がり軸受へのグリース補給量について、以下のような実験を行った。

【0107】

内輪内径70mm、外輪外径110mm、幅20mmの単列円筒ころ軸受（N S K製、呼び番号N1014）を用いて、耐久試験を行った。耐久試験に用いられたグリースは、イソフレックスNBU15（NOKクリューバー（株）製）であり、グリースの初期封入量は、軸受空間容積の10%であった。試験条件は、 $d m N = 150$ 万で行われた。

【0108】

本耐久試験では、上記軸受を3つ用意し、耐久試験開始後、6時間毎に各軸受に0.01cc、0.004cc、0.002ccのグリース補給を行った。その結果、0.002ccでは、早期に軸受が焼き付いてしまったが、0.004cc及び0.01ccのグリース供給では、耐久試験開始後1000時間を経過しても異常、故障等は発生しなかった。以上の結果より、一回のグリース補給量を0.004cc以上と設定することにより、転がり軸受の耐久性において問題がないことがわかった。

【0109】

(実施例2)

内輪内径65mm、外輪外径100mm、幅18mm、玉径7.144mm、接触角18°のアンギュラ玉軸受740, 750を用いて、グリース補給量と温度の脈動の関係を確認する温度脈動確認試験を行った。温度脈動確認試験に用いられたグリースは、イソフレックスNBU15（NOKクリューバー（株）製）であり、グリースの初期封入量は、軸受空間容積の15%であった。また、試験条件は、d mN=180万であった。

【0110】

本脈動確認試験は、図25に示す試験用主軸装置700を用いて行われた。試験用主軸装置700は、支持台701上に配置されたハウジングプロック702によってハウジング本体703が支持される構成を有している。ハウジング本体703には、アンギュラ玉軸受740, 750が互いに背面配置で内嵌している。このアンギュラ玉軸受主軸740は、主軸710に外嵌しており、主軸710を回転自在に支承している。

【0111】

アンギュラ玉軸受740, 750間には、各アンギュラ玉軸受740, 750の内輪間に内輪間座711が、そして各アンギュラ玉軸受740, 750の外輪間に外輪間座712がそれぞれ設けられている。また、アンギュラ玉軸受750の軸方向後端側（図中右側）には、後端外輪押さえ713が設けられている。

また、アンギュラ玉軸受740の軸方向前端側（図中左側）には、外輪押さえ部材714と内輪押さえ部材715が設けられている。各アンギュラ玉軸受740, 750は、外輪押さえ部材714及び内輪押さえ部材715によって後端外輪押さえ713側に軸方向に沿って押圧されている。

【0112】

ハウジング703には、ノズル部材730, 730が各アンギュラ玉軸受740, 750に対応して取り付けられている。ノズル部材730、730は、各アンギュラ玉軸受740, 750の外輪に設けられた孔側からグリースを軸受空間内に供給する。本温度脈動確認試験では、グリースは、試験開始後1時間おきに供給するような構成とした。一回のグリース補給時に各軸受に供給されるグリー

スの量は、0. 035cc、0. 10cc、0. 15cc、0. 30cc、0. 60ccとして計5回実験を行った。図26は、この温度脈動確認試験の結果を示すグラフであり、(a)はグリース補給量が0. 035ccの場合、(b)はグリース補給量が0. 10ccの場合、(c)はグリース補給量が0. 15ccの場合、(d)はグリース補給量が0. 30ccの場合、そして(e)はグリース補給量が0. 60ccの場合を示す。

【0113】

図26(a), (b)に示すように、グリース補給量が0. 035cc及び0. 10ccの場合には、グリース補給をおこなっても、アンギュラ玉軸受740, 750の軸受温度に全く変化はない。しかしながら、図26(c)に示すように、グリース補給量が0. 15ccの場合には、グリース補給する毎にアンギュラ玉軸受740, 750の温度が1°C程度上昇しているのがわかる。同様に、図26(d), (e)に示すように、グリース補給量が0. 30cc及び0. 60ccの場合にも、グリース補給する毎にアンギュラ玉軸受740, 750の温度が1~2°C程度上昇しているのがわかる。

【0114】

ここで、アンギュラ玉軸受740と軸受750では、グリース補給前の定常状態での温度が異なっている。この定常状態での温度の差異は、アンギュラ玉軸受740と、アンギュラ玉軸受750の周辺構造の差異、例えば、ハウジングブロック702からの距離の差異や図示せぬ冷却装置との位置関係等により発生した熱の抑制率が異なっているため、定常状態での温度が異なっているものと考えられる。

【0115】

いずれにせよ、アンギュラ玉軸受740においても、またアンギュラ玉軸受750においても、図26(c)~図26(e)に示すように、グリース補給量が0. 15cc以上の場合には、補給グリースの攪拌抵抗等により軸受が発熱を起こし、軸受の昇温、すなわち温度の脈動が発生していると考えられる。したがって、一回のグリース補給量を0. 1cc以下と設定することにより、温度の脈動が発生しない安定したグリース供給を行うことが可能であることがわかった。

【0116】**【発明の効果】**

以上説明したように、本発明によれば、グリースが早期に劣化して軸受が破損する前に新たなグリースを補給することにより、グリース潤滑でありながら高速回転性に優れて長寿命の転がり軸受を提供できる。また、一回の補給量が0.04cc～0.1ccとなるようにグリースを転がり軸受に補給することにより、グリース供給時に温度の脈動が生じない転がり軸受、並びにそれを用いた工作機械用主軸装置及び高速モータを提供することが可能になる。このように、以上に示す範囲内のグリース補給を行うことで、グリースの劣化または油膜形成不足による異常昇温の発生及び軸受の破損を防止するとともに、グリース補給時の温度の脈動を抑制し、軸受が取り付けられる工作機械の軸精度の劣化を防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】**【図1】**

本発明に係る第1実施形態を示す断面図である。

【図2】

本発明に係る第2実施形態を示す断面図である。

【図3】

本発明に係る第3実施形態を示す断面図である。

【図4】

本発明に係る第4実施形態を示す断面図である。

【図5】

本発明に係る第5実施形態を示す断面図である。

【図6】

本発明に係る第6実施形態を示す断面図である。

【図7】

本発明に係る第7実施形態を示す断面図である。

【図8】

本発明に係る第8実施形態を示す断面図である。

【図9】

本発明に係る第9実施形態を示す断面図である。

【図10】

本発明に係る第10実施形態を示す断面図である。

【図11】

本発明に係る第11実施形態を示す断面図である。

【図12】

本発明に係る第12実施形態を示す断面図である。

【図13】

本発明に係る第13実施形態を示す断面図である。

【図14】

本発明に係る第14実施形態を示す断面図である。

【図15】

本発明に係る第15実施形態を示す断面図である。

【図16】

本発明に係る第1～15実施形態に記載の転がり軸受を用いて構成されるスピンドル装置を示す断面図である。

【図17】

本発明に係る第16～17実施形態に記載の転がり軸受を用いて構成されるスピンドル装置を示す断面図である。

【図18】

図17に示すスピンドル装置の拡大断面図であり、本発明の第16実施形態を示す図である。

【図19】

図17に示すスピンドル装置の拡大断面図であり、本発明の第17実施形態を示す図である。

【図20】

本発明に係る第16実施形態の第1変形例を示す断面図である。

【図21】

本発明に係る第16実施形態の第2変形例を示す断面図である。

【図22】

本発明に係る第16実施形態の第3変形例を示す断面図である。

【図23】

本発明に係る第16実施形態の第4変形例を示す断面図である。

【図24】

本発明に係る第16実施形態の第5変形例を示す断面図である。

【図25】

実施例2の温度脈動試験に用いられた試験用主軸装置を示す図である。

【図26】

実施例2の脈動確認試験の結果を示すグラフであり、(a)はグリース補給量が0.035ccの場合、(b)はグリース補給量が0.10ccの場合、(c)はグリース補給量が0.15ccの場合、(d)はグリース補給量が0.30ccの場合、そして(e)はグリース補給量が0.60ccの場合を示す。

【符号の説明】

10, 20, 30, 40, 50 アンギュラ玉軸受（転がり軸受）

11, 21, 31, 41, 51 内輪

12, 22, 32, 42, 52 外輪

13, 23, 33, 43, 53 玉（転動体）

14, 24, 34, 44, 54 保持器

15, 25, 35, 45, 55 補給孔

60, 70, 80, 90, 100, 110 円筒ころ軸受（転がり軸受）

61, 71, 81, 91, 101, 111 内輪

62, 72, 82, 92, 102, 112 外輪

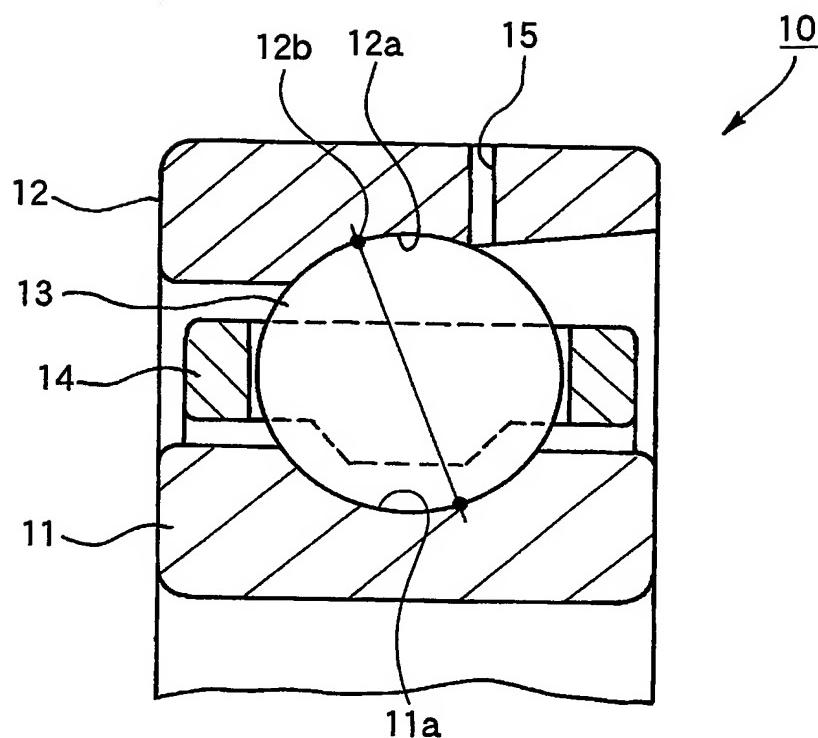
63, 73, 83, 93, 103, 113 円筒ころ（転動体）

64, 74, 84, 94, 104, 114 保持器

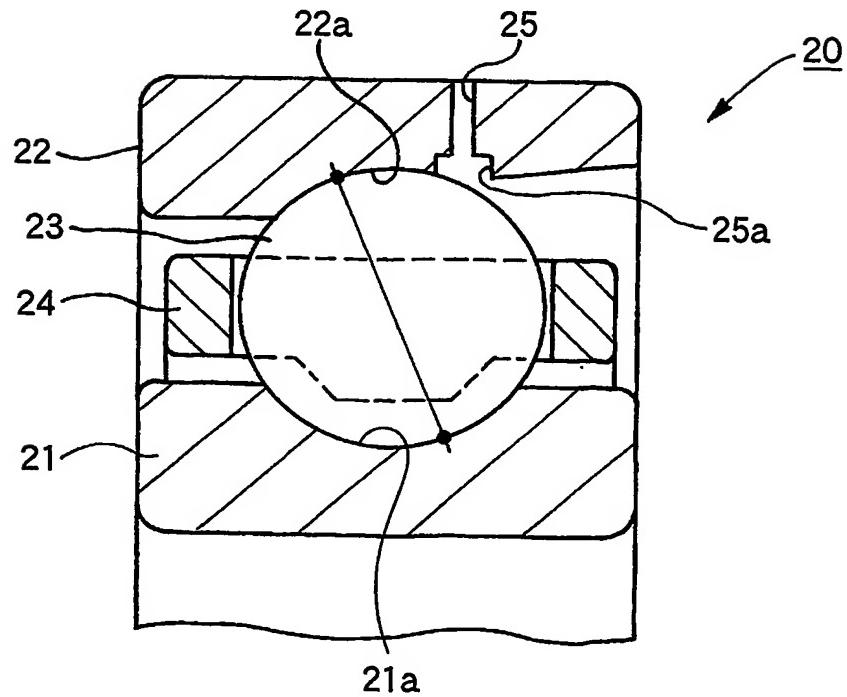
65, 75, 85, 95, 105, 115 補給孔

【書類名】 図面

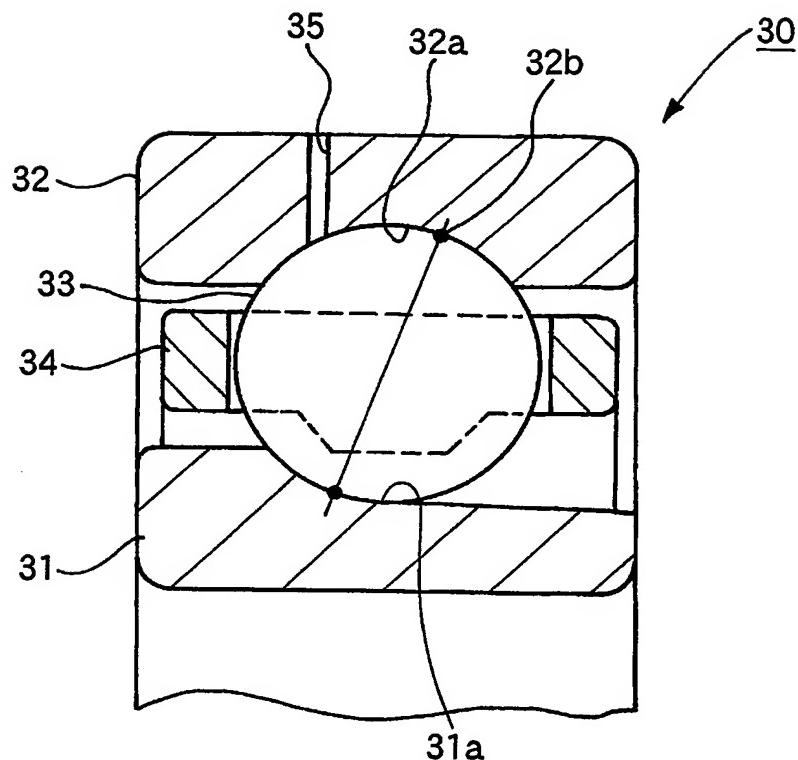
【図1】



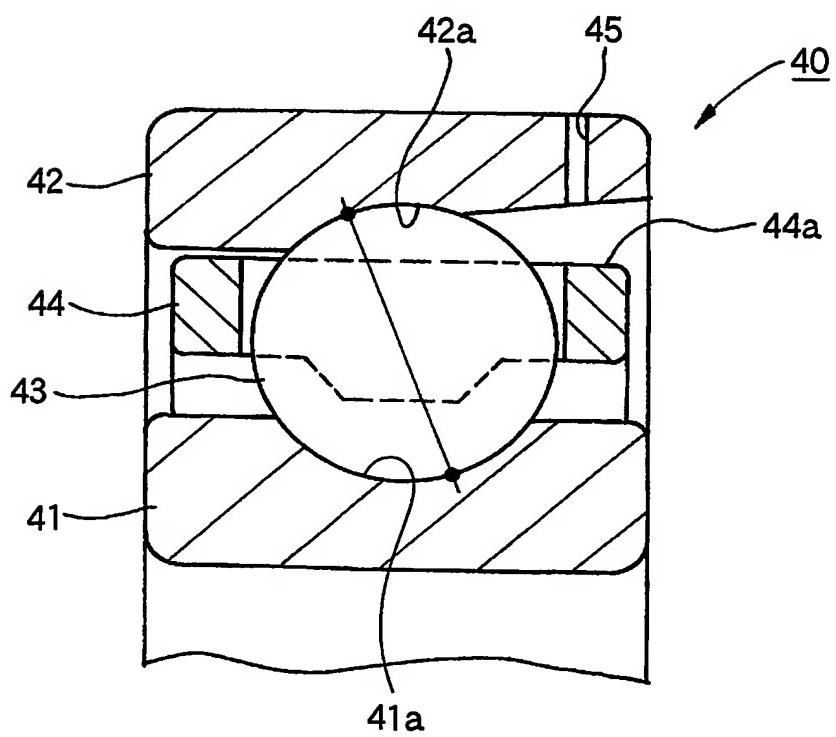
【図2】



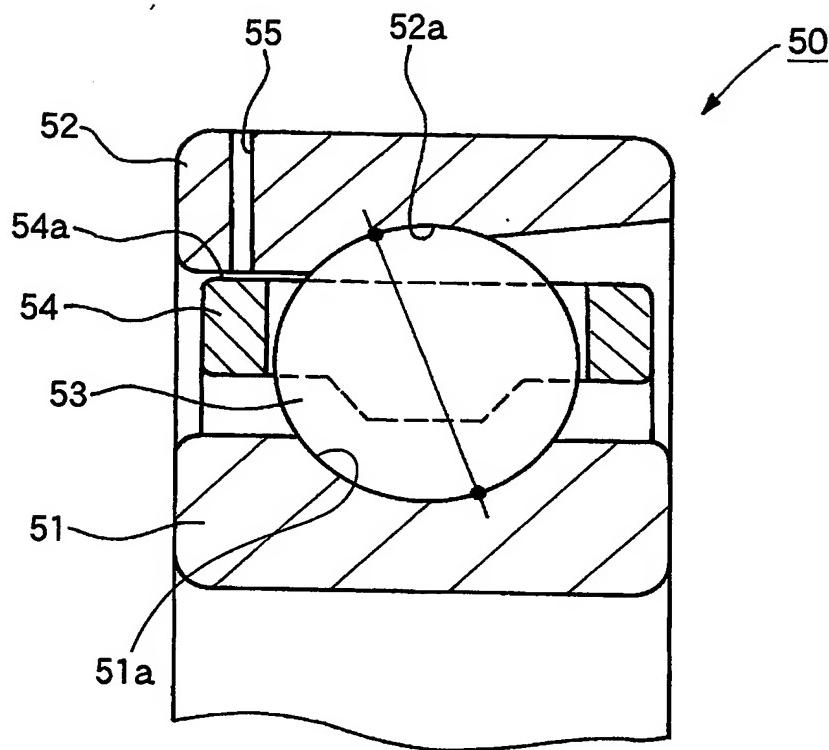
【図3】



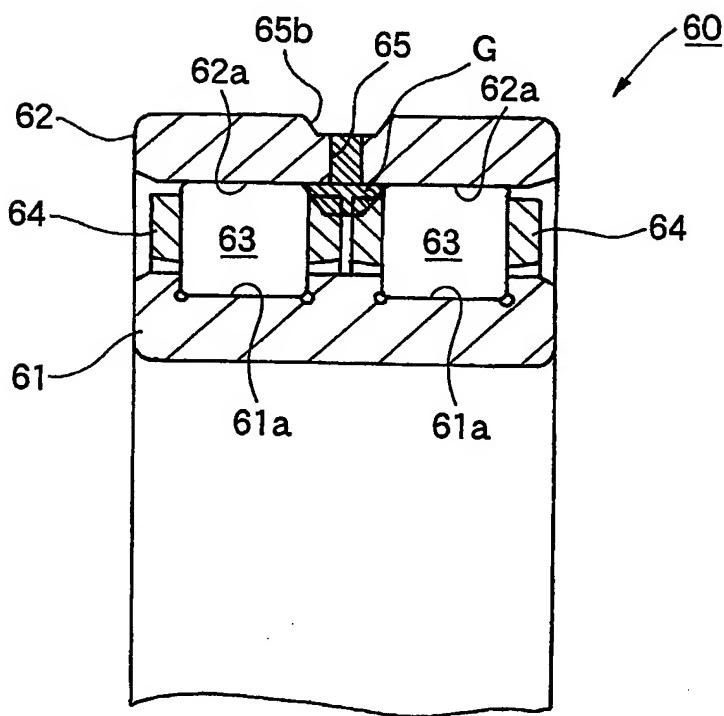
【図4】



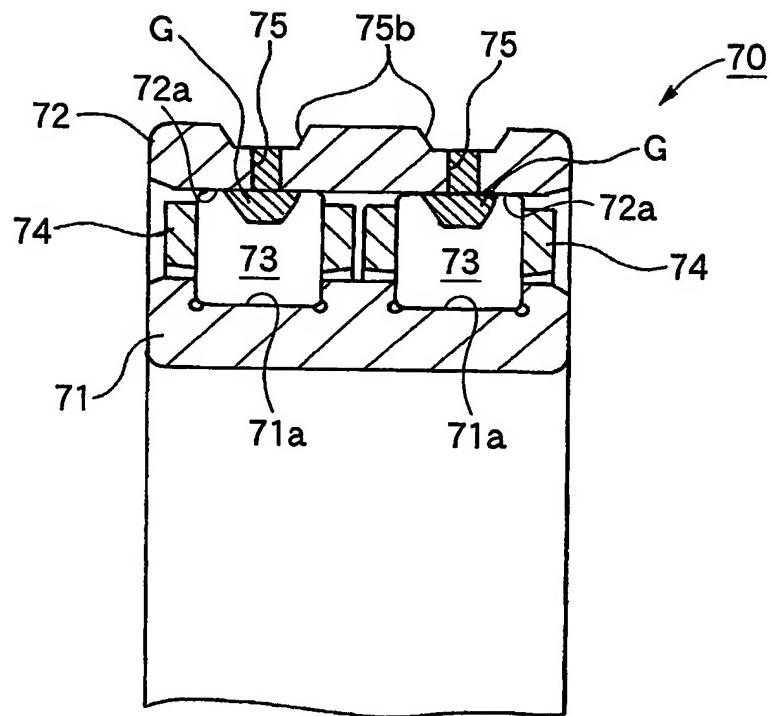
【図5】



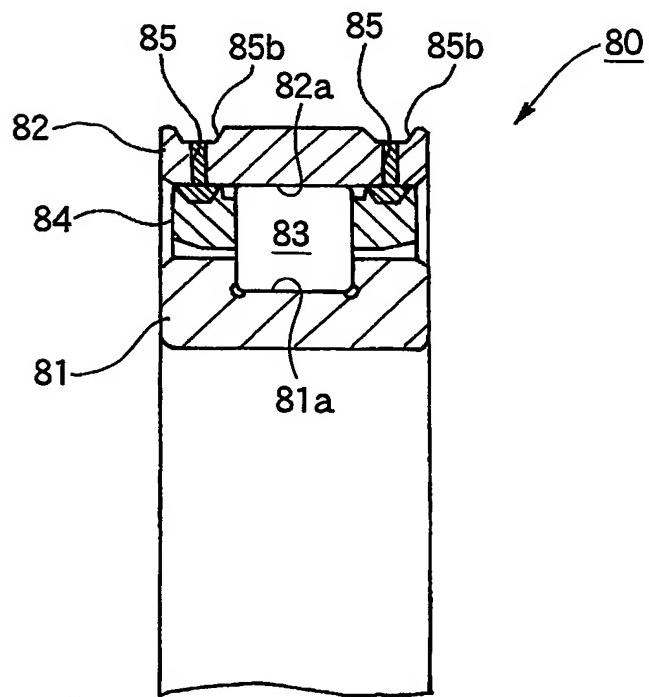
【図6】



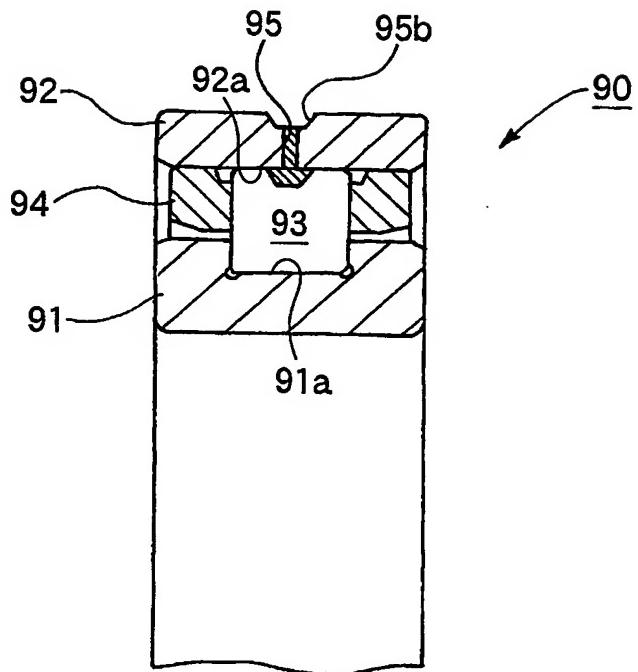
【図7】



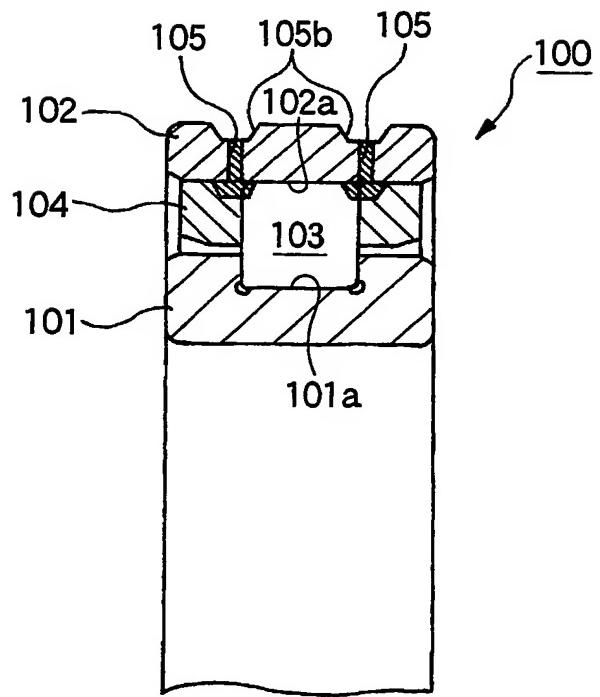
【図8】



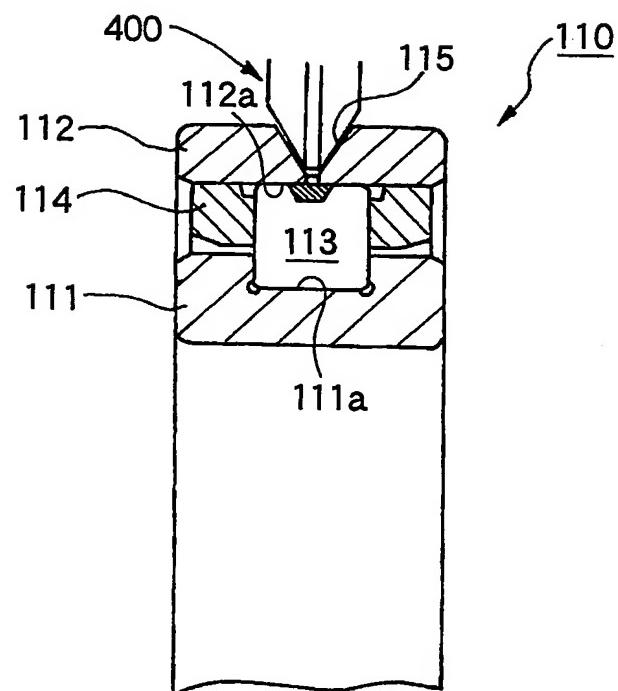
【図9】



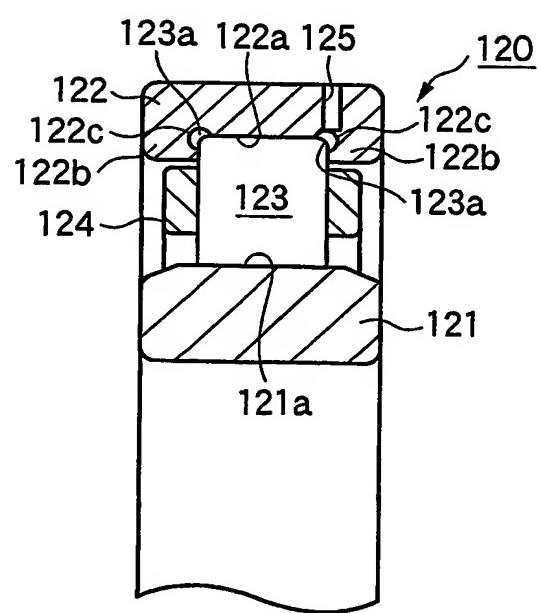
【図10】



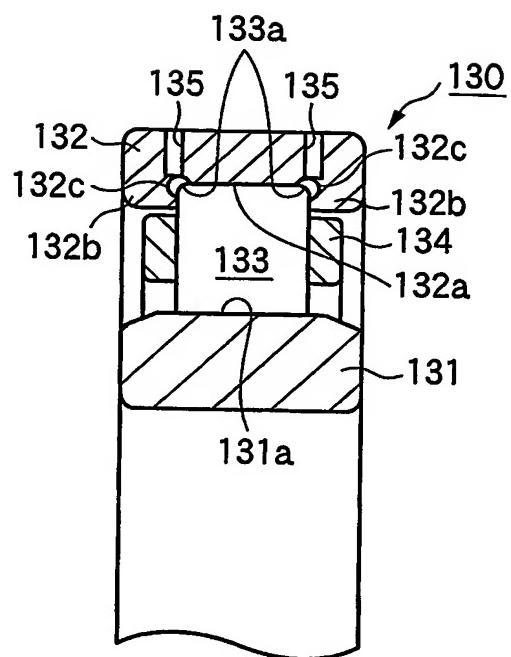
【図11】



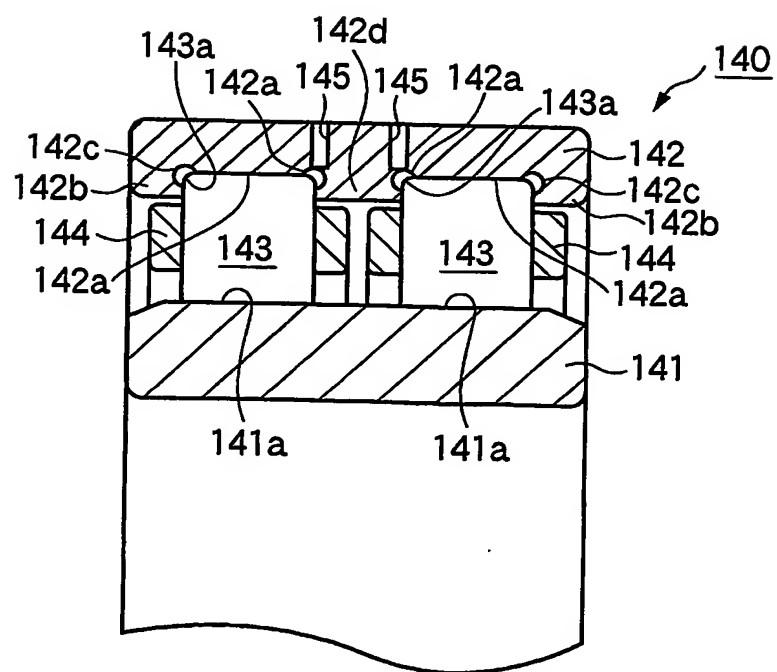
【図12】



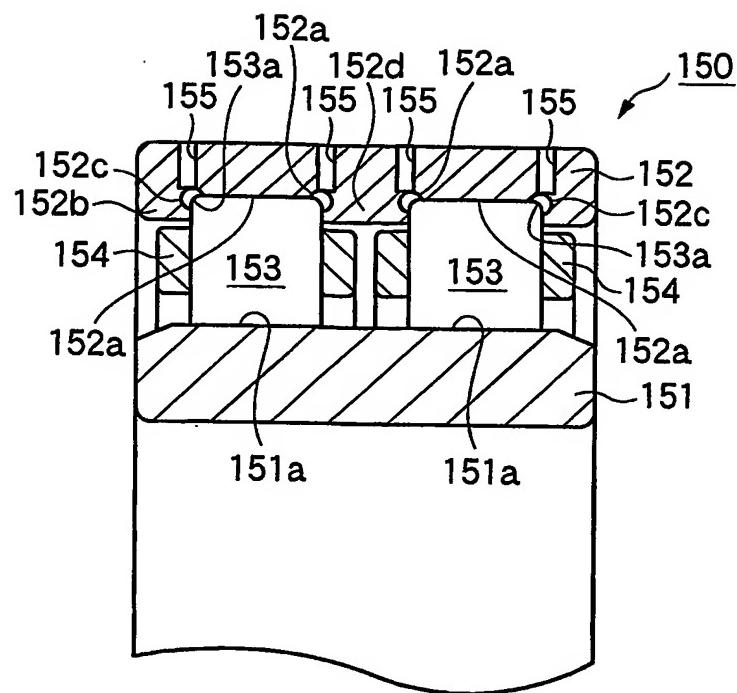
【図13】



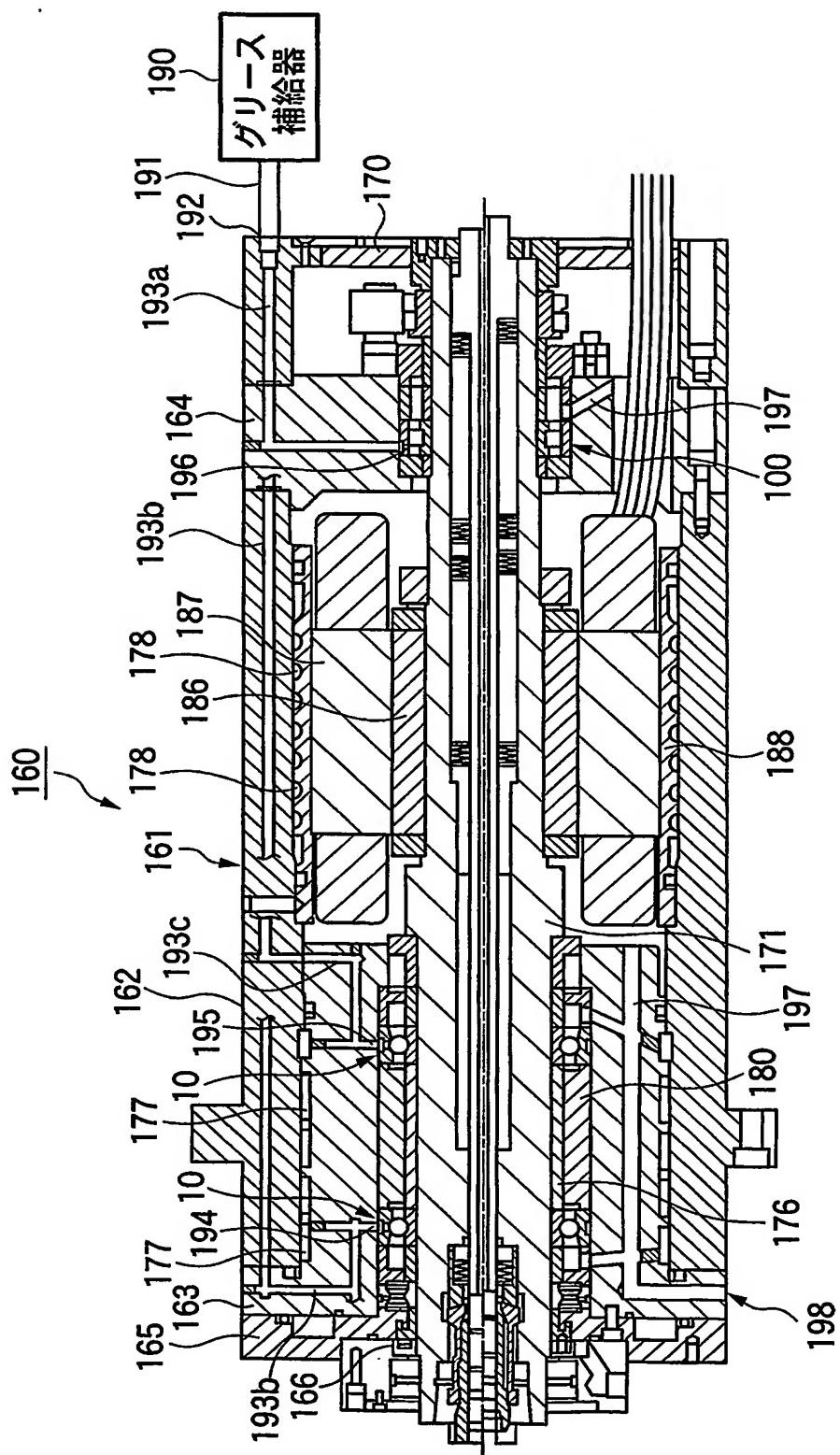
【図14】



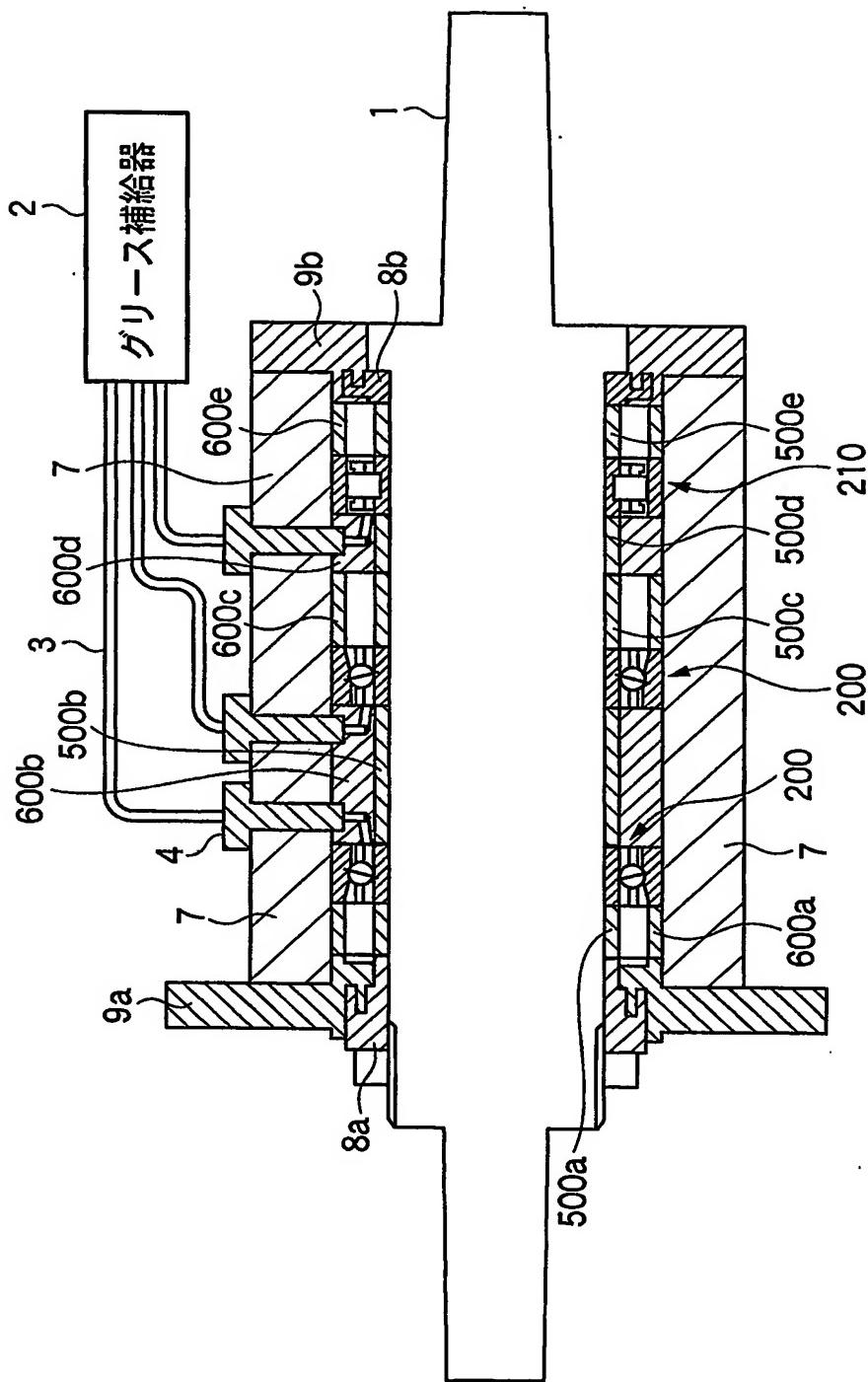
【図15】



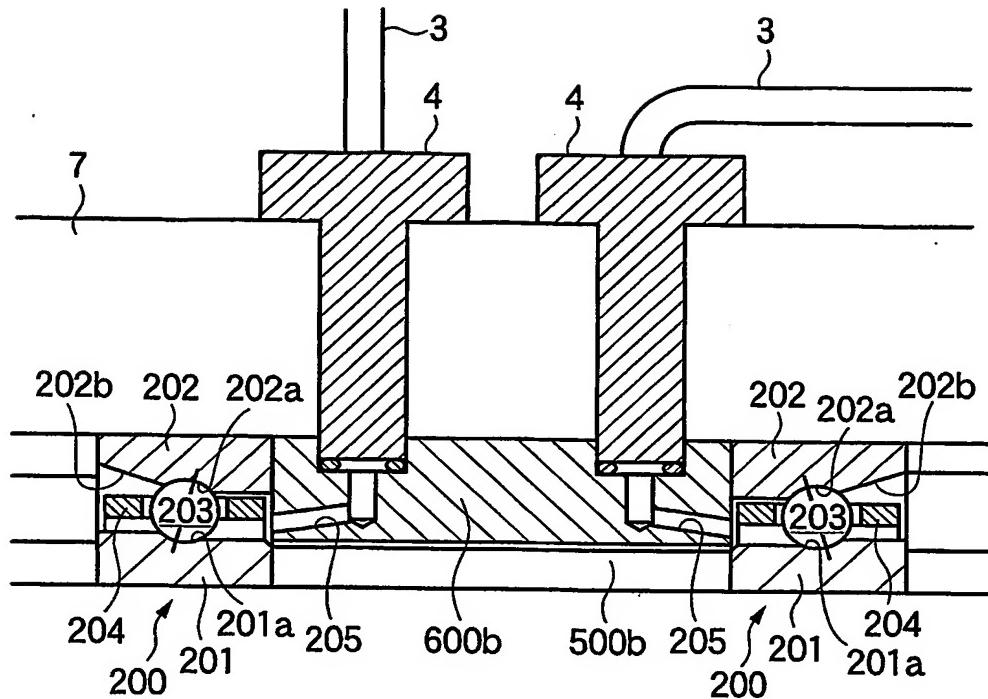
【図16】



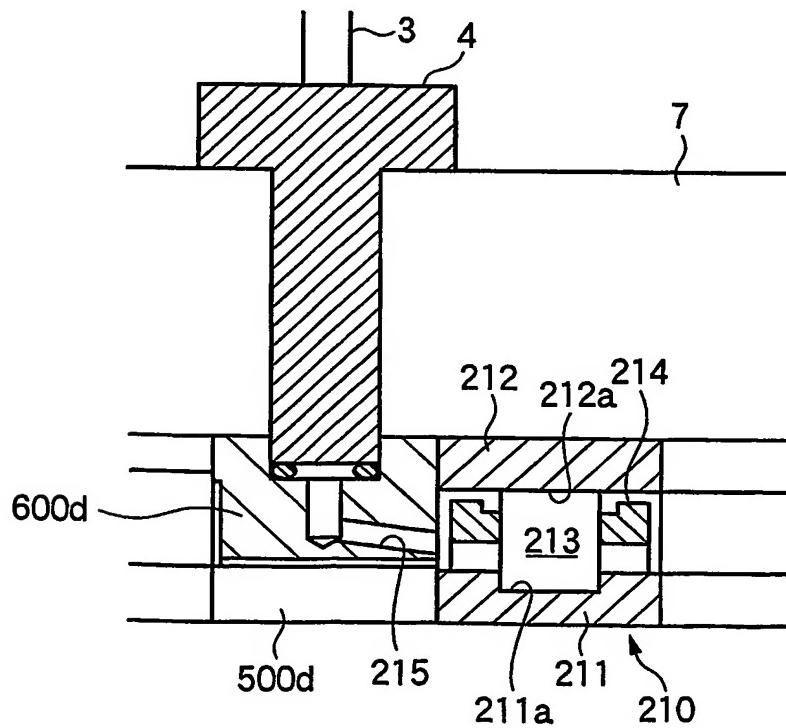
【図17】



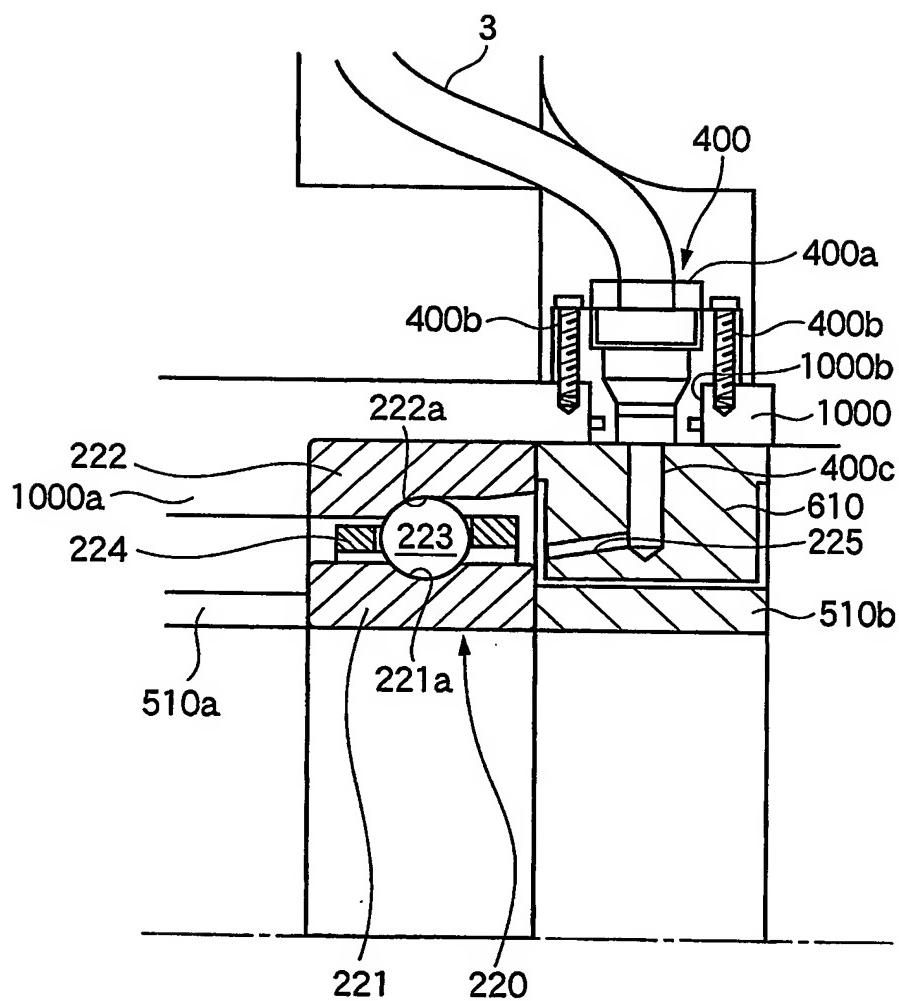
【図18】



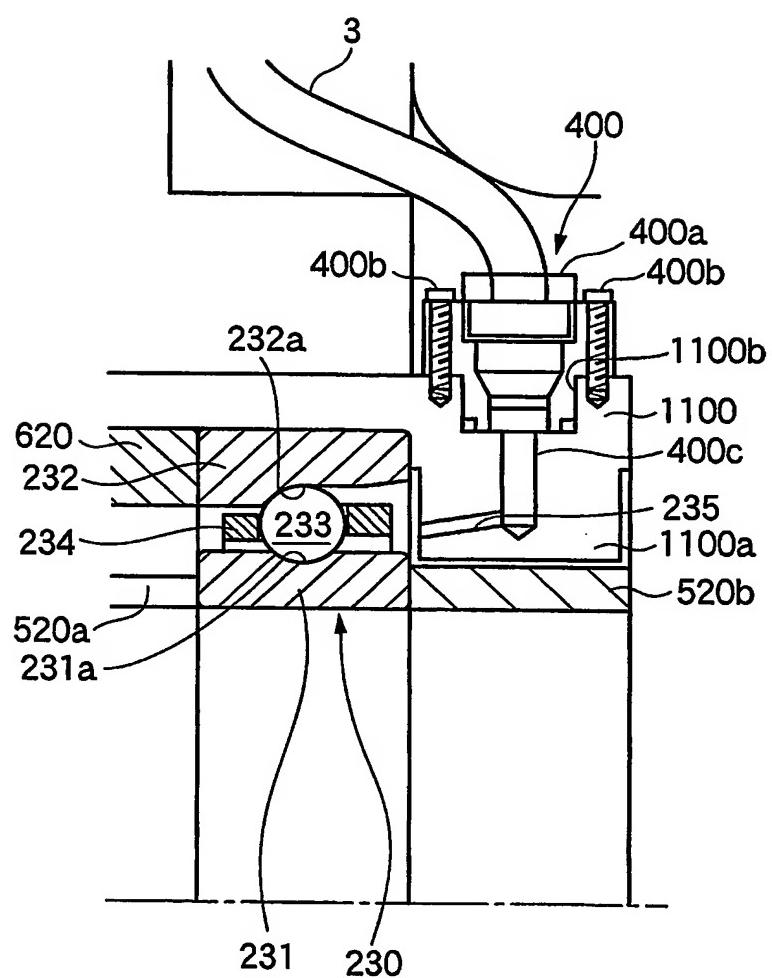
【図19】



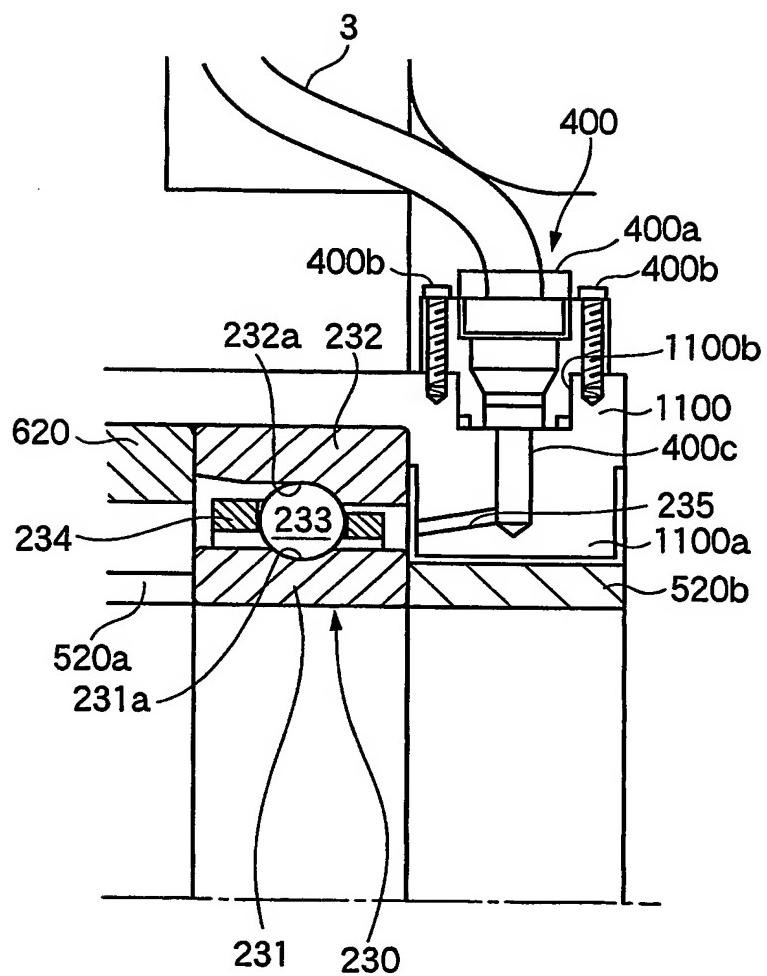
【図20】



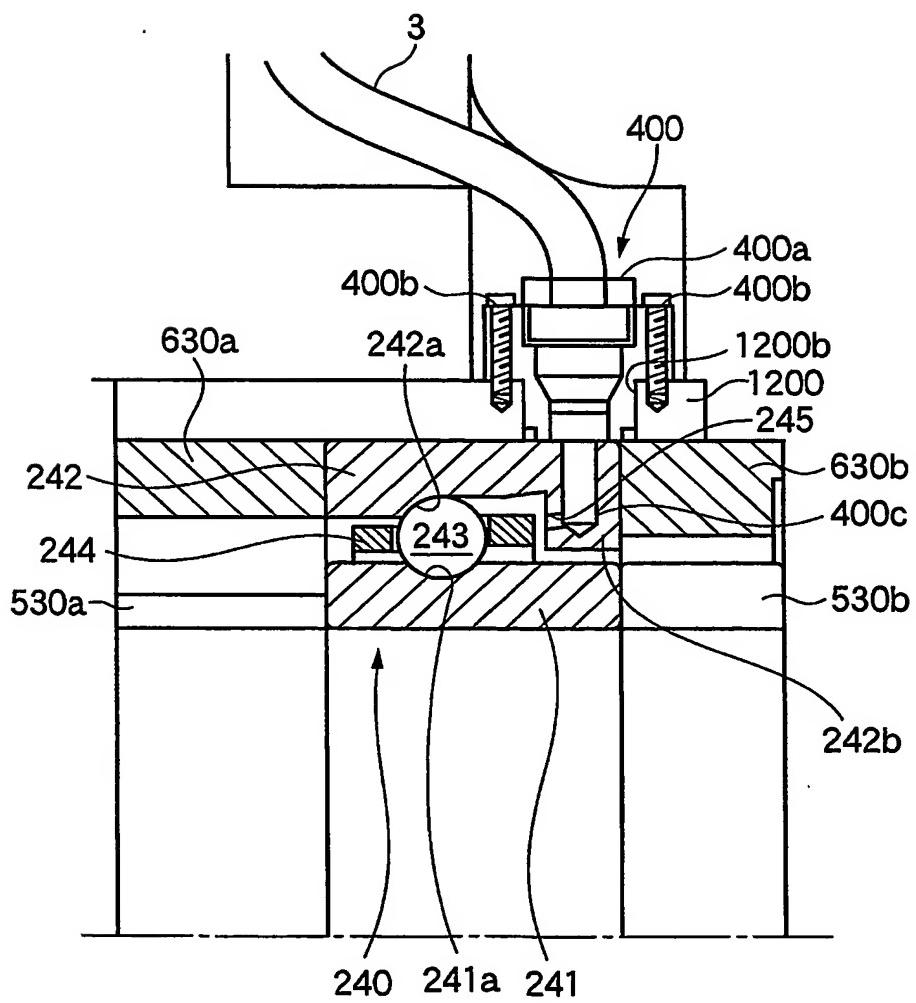
【図21】



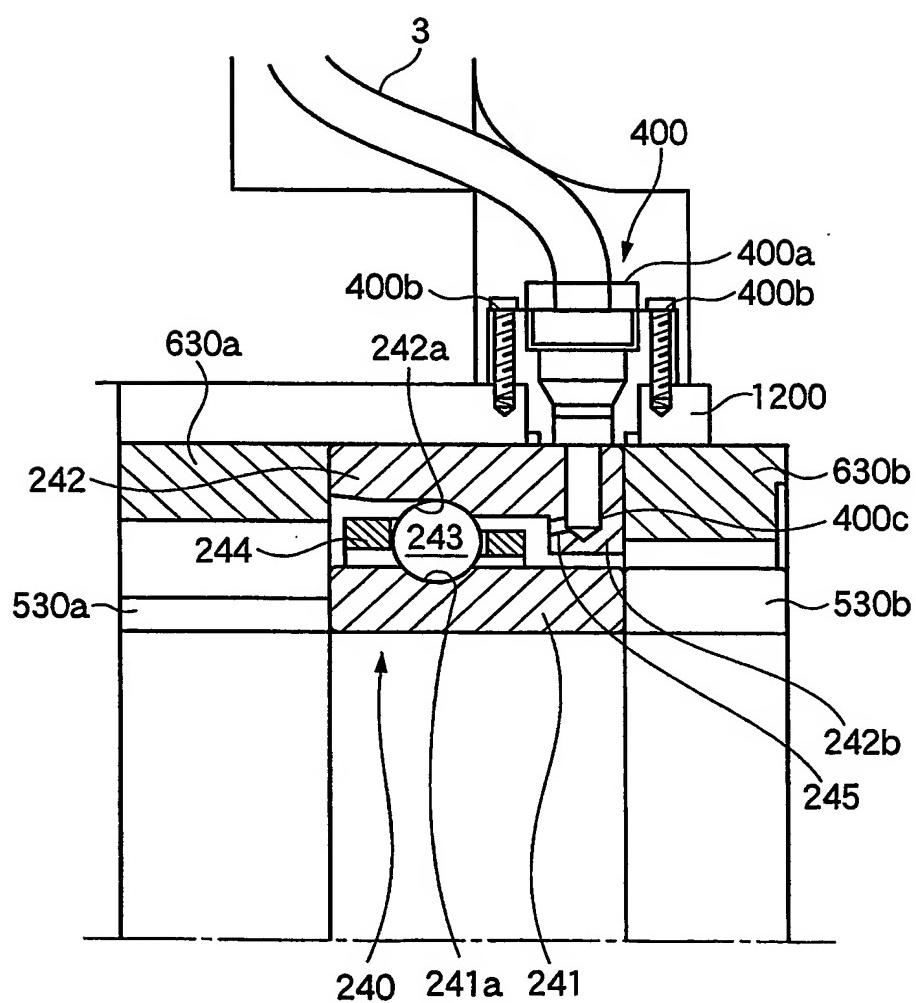
【図22】



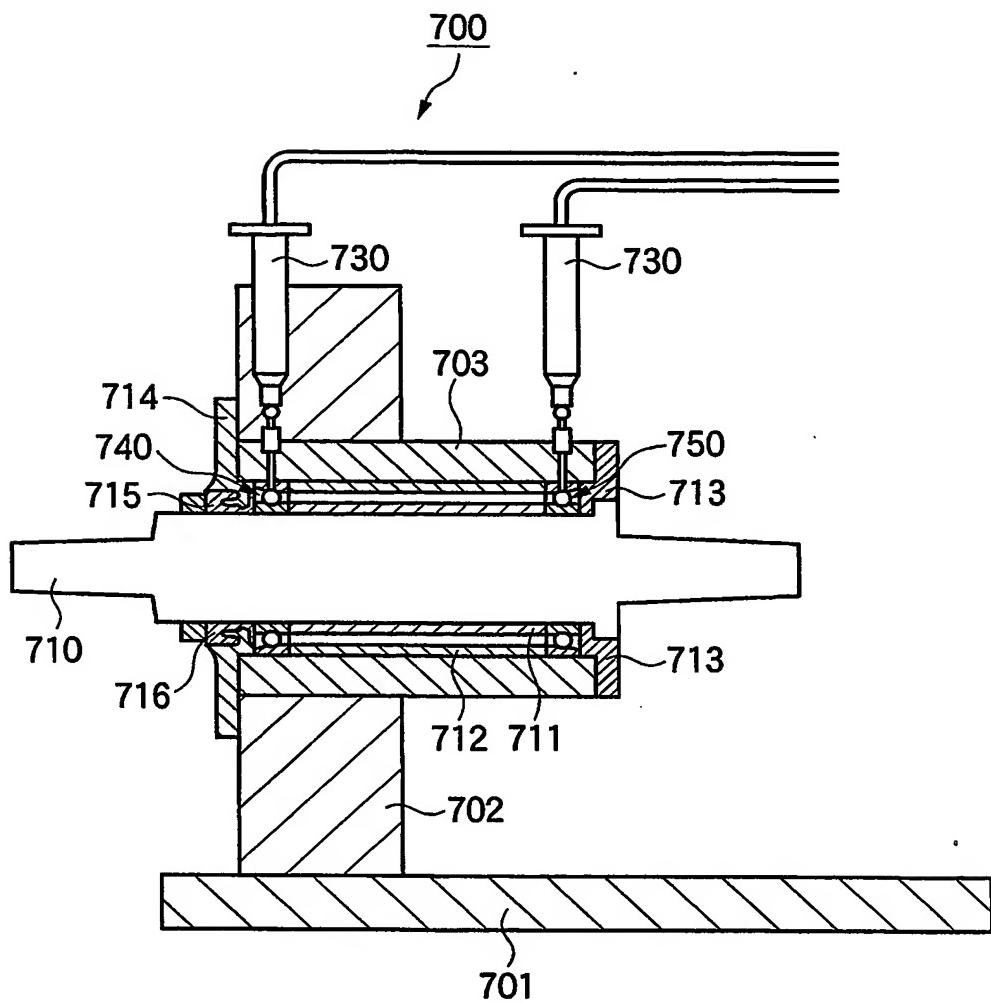
【図23】



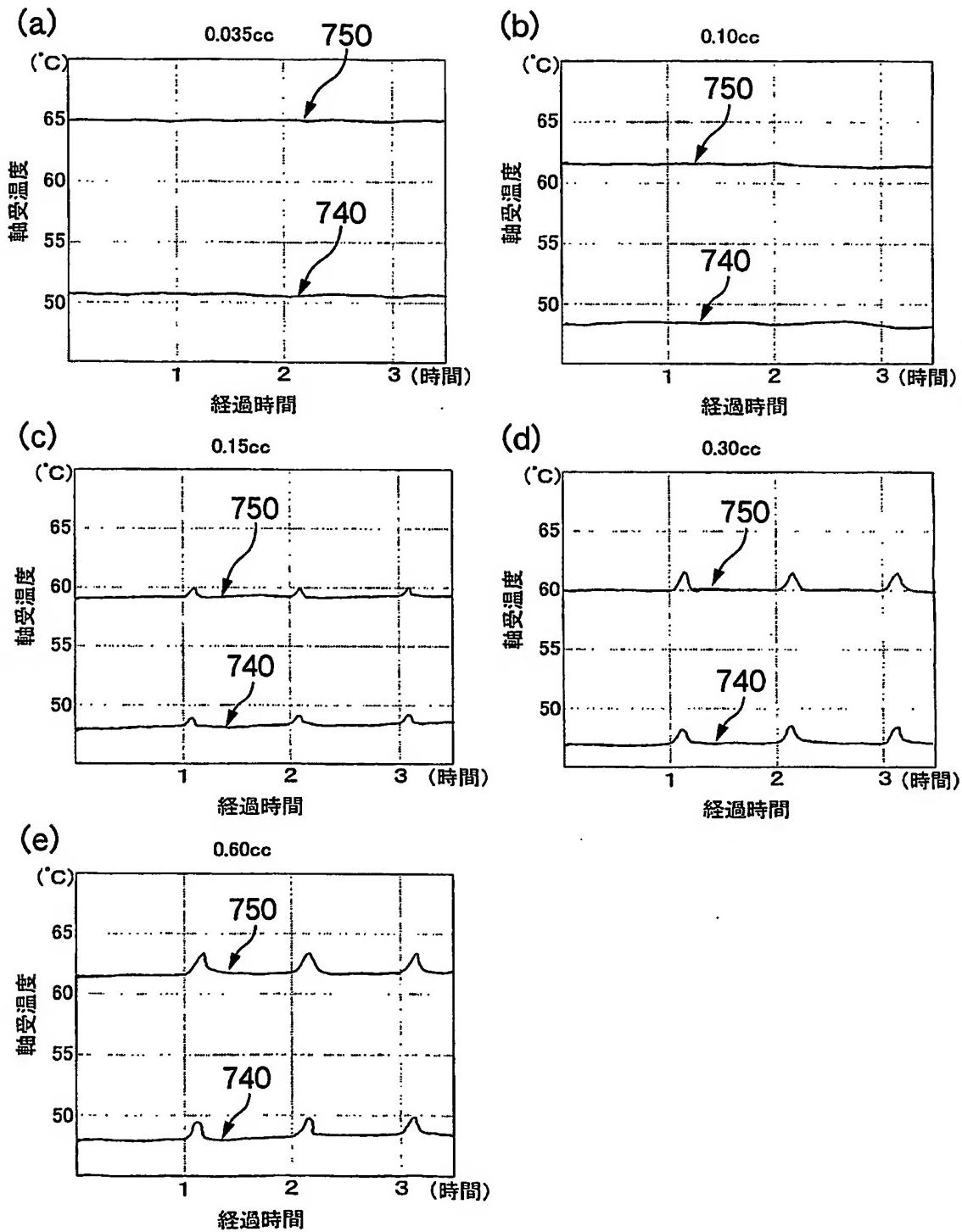
【図24】



【図25】



【図26】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 グリース供給時に温度の脈動が生じない転がり軸受、およびそれを用いた工作機械用主軸装置を提供する。

【解決手段】 グリース潤滑されている転がり軸受10は、外輪12に補給孔15が設けられている。この転がり軸受10には、補給孔15を介して一回の補給量が 0.004 c.c. ～ 0.1 c.c. となるようにグリースが補給される。

【選択図】 図1

特願 2003-070338

出願人履歴情報

識別番号 [00004204]

1. 変更年月日
[変更理由]

1990年 8月29日

新規登録

住所 東京都品川区大崎1丁目6番3号
氏名 日本精工株式会社